

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



“ADAPTABILIDAD DE TRECE CULTIVARES DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.) EN EL CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA

AUTOR:

Yomara Esthela Cuji Bunsí

TUTOR:

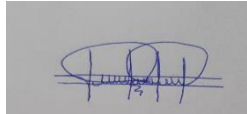
Ing. Walter Veloz Naranjo. Mg.

Cevallos-Ecuador

2022

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El suscrito, YOMARA ESTHELA CUJI BUNSI, portador de cédula de identidad número: 0502872294, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “Adaptabilidad de trece cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.) en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.” es original, auténtico y personal. En la virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



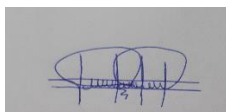
.....
Yomara Esthela Cuji Bunsu

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “ADAPTIBILIDAD DE TRECE CULTIVARES DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.) EN EL CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice copia de este informe final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o parte de él”.



.....
Yomara Esthela Cuji Bunsí

**“ADAPTIBILIDAD DE TRECE CULTIVARES DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*
var. Itálica L.) EN EL CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”**

REVISADO POR:



Firmado electrónicamente por:
**WALTER OSWALDO
VELOZ NARANJO**

.....
**Ing. Walter Veloz N. Mg.
TUTOR**

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

FECHA:



Firmado electrónicamente por:
**OSCAR
PATRICIO
NUNEZ TORRES**

.....
**Ing. Zoot. Mg. Patricio Núñez T. PhD.
PRESIDENTE TRIBUNAL**

14/10/2022



Firmado electrónicamente por:
**SEGUNDO
EUCLIDES CURAY
QUISPE**

.....
**Ing. Segundo Curay PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

05/10/2022



Firmado electrónicamente por:
**ISABEL
CRISTINA
LOPEZ**

.....
**BQF. Mg. Cristina López
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

05/10/2022

DEDICATORIA

A mi Dios por su amor infinito, por cuidarme día tras día, por la infinidad de bendiciones a lo largo de la carrera universitaria. A mi padre del cielo gracias.

A mis padres Mario y Blanca por la motivación brindada día tras día que por medio de su amor, paciencia, sacrificio y apoyo hoy puedo cumplir este sueño tan anhelado.

A mi hermana Celena por todo el apoyo brindando en este reto, por sus consejos y paciencia, a mi hermanito Joelito que, a su corta edad, formo parte fundamental para la finalización de esta investigación.

A mis abuelitos Segundo y María y mi tía Balbina por el apoyo moral y palabras de ánimo para no desvanecer en este camino.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por regalarme sabiduría y permitirme cumplir una meta más en mi vida.

A mis padres por todo el apoyo brindado, por su amor incondicional y por el abnegado trabajo que realizan día tras día para brindarme un futuro mejor.

A mis hermanos y en especial a mi pequeño hermano Joelito que con su inocencia y ocurrencias ha llenado mi vida de felicidad.

A mis abuelitos por regalarme todo su cariño y amor.

A mi tutor Ing. Walter Veloz quien me proporciono de sus conocimientos y orientación para culminar está investigación, de igual manera al Ing. Edwin Pallo por todo el apoyo brindado. Al Ing. Luis por compartirme su conocimiento y profesionalismo para poder culminar está etapa de mi vida, más que nada por su paciencia brindada desde el primer día mi admiración profunda.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato por abrirme sus puertas para poder forjarme como profesional, a cada uno de mis docentes por lo impartido como profesionales y como personas.

A mis amigas por todas las vivencias compartidas.

¡Con cariño!

Yomara Cuji Bunsí

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes Investigativos.....	2
1.3 Cultivo de Brócoli.....	3
1.3.1 Origen de <i>Brassica oleracea var. Itálica</i> L.....	3
1.3.2 Descripción morfológica.....	5
1.3.3 Factores Edafoclimáticos.....	6
1.3.4 Fertilización.....	6
1.3.5 Plagas y enfermedades.....	7
1.3.6 Manejo del cultivo.....	8
1.3.7 Variedades de <i>Brassica oleracea var. Itálica</i> L.....	9
1.4 Hipótesis.....	11
1.5 Objetivos.....	11
1.5.1 Objetivo General.....	11
1.5.2 Objetivos Específicos.....	11
CAPÍTULO II.....	12
METODOLOGÍA.....	12
2.1 Materiales.....	12
2.1.1 Materiales de Campo.....	12
2.1.2 Materiales de Oficina.....	12
2.2 Metodología.....	13
2.2.1 Ubicación del experimento.....	13
2.2.2 Características del lugar.....	13
2.3 Factores en estudio.....	13
2.4 Tratamientos.....	13
2.5 Diseño experimental.....	14
2.6 Análisis estadístico.....	14
2.7 Manejo del experimento.....	15

2.7.1 Preparación del suelo	15
2.7.2 Trasplante.....	15
2.7.3 Control de malezas.....	15
2.7.4 Fertilización	15
2.7.5 Forma y época de fertilización.....	16
2.7.6 Controles fitosanitarios	16
2.7.7 Cosecha.....	17
2.7.8 Postcosecha.....	17
2.8 Variables de respuesta.....	18
2.8.1 Porcentaje de prendimiento.....	18
2.8.2 Altura de la planta	18
2.8.3 Presencia de plagas	18
2.8.4 Presencia de enfermedades	18
2.8.5 Diámetro ecuatorial de la pella	18
2.8.6 Días a la cosecha.....	19
2.8.7 Compactación de la pella	19
2.8.8 Peso de la pella.....	19
2.8.9 Color de la pella	19
2.8.10 Forma de la pella	19
2.8.11 Rendimiento	19
CAPÍTULO III.....	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
3.1. Análisis y discusión de resultados	20
3.1.1 Porcentaje de prendimiento.....	20
3.1.2 Altura de la planta.....	21
3.1.2.1 Altura de la planta a los 30 días después del trasplante.....	22
3.1.2.2 Altura de la planta a los 60 días después del trasplante.....	23
3.1.2.3 Altura de la planta a los días de la cosecha después del trasplante	24
3.1.3 Presencia de plagas y enfermedades	25
3.1.4 Diámetro de la pella	26
3.1.5 Días a la cosecha.....	28
3.1.6 Compactación de la pella	30
3.1.7 Peso de la pella.....	31
3.1.8 Color de la pella	33
3.1.9 Forma de la pella.....	34
3.1.10 Rendimiento	34

CAPÍTULO IV.....	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
4.1 Conclusiones.....	37
4.2 Recomendaciones.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

ANEXOS 44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de 100 g de una porción comestible de brócoli	4
Tabla 2. Clasificación taxonómica	5
Tabla 3. Plagas de cultivo de brócoli	7
Tabla 4. Enfermedades de cultivo de brócoli	8
Tabla 5. Variedades de <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Itálica</i> LL.	9
Tabla 6. Híbridos de <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Itálica</i> L.	9
Tabla 7. Características de híbridos	10
Tabla 8. Cultivares a evaluar de Brócoli	14
Tabla 9. Fertilización para brócoli	15
Tabla 10. Recomendación de fertilización según análisis de suelo (kg/ha)	16
Tabla 11. Aplicación de Fertilizante	16
Tabla 12. Productos químicos utilizados para el manejo del cultivo	17
Tabla 13. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de prendimiento a los 15 días	20
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para la variable de porcentaje de prendimiento a los 15 días	21
Tabla 15. Análisis de varianza para la variable de altura de la planta a los 30 días después del trasplante	22
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 30 días del trasplante	22
Tabla 17. Análisis de varianza para la variable de altura de la planta a los 60 días después del trasplante	23
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 60 días después del trasplante	24
Tabla 19. Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los días de la cosecha después del trasplante	24
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta a los días de la cosecha después del trasplante	25
Tabla 21. Análisis de varianza para la variable diámetro de la pella	27
Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro de la pella	28

Tabla 23. Análisis de varianza para la variable días a la cosecha después del trasplante	29
Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para la variable días a la cosecha	30
Tabla 25. Compactación de la pella	31
Tabla 26. Análisis de varianza para la variable peso de la pella.....	31
Tabla 27. Prueba de Tukey al 5% para la variable peso de pella	32
Tabla 28. Color de la pella	33
Tabla 29. Forma de la pella.....	34
Tabla 30. Análisis de varianza para la variable rendimiento	35
Tabla 31. Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1. Presencia de enfermedades	26
---	----

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la adaptabilidad de los cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.) Avenger, EMBR940, MKS-B106, EMBR958, MKS-B116, EMBR924, MKS-B111, Roxanne, Haiyan, EMBR266, EMBR944, EMBR258 y Kin 257, donde se estableció el porcentaje de prendimiento en donde el cultivar EMBR924, fue el que obtuvo un mejor rango de prendimiento y el cultivar Kin 257 obtuvo el menor rango de prendimiento, en cuanto a la altura de la planta a los 30 días obtuvo el mejor rango el cultivar EMBR924 con una media de 21,50 cm mientras que para la altura de la planta a los días de la cosecha fue el cultivar Avenger con una media de 75,41 cm, para la variable días a la cosecha después del trasplante el cultivar EMBR958 fue el que presentó un ciclo menor con una media de 82 días. Para el diámetro ecuatorial y el peso de la pella el cultivar más representativo fue Avenger con una media de 942,80 gramos, seguidamente del cultivar EMBR940 con una media de 658,67 gramos, siendo un peso ideal para la comercialización, para las demás variables como compactación, forma y color los cultivares Avenger, EMBR940 y EMBR258 presentaron las mejores características como el domo bien formado y compacto, además se observó un color verde azulado. Con dichas variables de clasificación se pudo definir el cultivar con mejor respuesta para ser cultivado en el sector barrio Molino Pata ubicado en el cantón Pujilí, de la provincia de Cotopaxi, que en este caso fueron los cultivares Avenger con una tasa de rendimiento 27,32 Tn/ha y el cultivar EMBR940 al presentar características equilibradas en el aspecto físico de su pella, además de una tasa de rendimiento de 18,82 Tn/ha.

Palabras clave: Brócoli, Cultivar, Selección vegetal, Rendimiento de cultivo, EMBR940.

ABSTRACT

In the present study, the adaptability of broccoli cultivars (*Brassica oleracea var. Itálica* L.) was evaluated: Avenger, EMBR940, MKS-B106, EMBR958, MKS-B116, EMBR924, MKS-B111, Roxanne, Haiyan, EMBR266, EMBR944, EMBR258 and Kin 257, where the percentage of capture was established where the cultivar EMBR924 was the one that obtained a better range of capture and the cultivar Kin 257 obtained the lowest range of capture, in terms of plant height at 30 days the best range was obtained by cultivar EMBR924 with an average of 21.50 cm, while for the height of the plant on the days of harvest it was the cultivar Avenger with an average of 75.41 cm, for the variable days to harvest after transplantation, the cultivar EMBR958 was the one that presented a shorter cycle with an average of 82 days. For the equatorial diameter and the weight of the pellet, the most representative cultivar was Avenger with an average of 942.80 grams, followed by the cultivar EMBR940 with an average of 658.67 grams, being an ideal weight for marketing, for the other variables. As for compactness, shape and color, the cultivars Avenger, EMBR940 and EMBR258 presented the best characteristics such as the well-formed and compact dome, in addition a bluish green color was observed. With these classification variables, it was possible to define the cultivar with the best response to be cultivated in the Molino Pata neighborhood sector located in the Pujilí canton, in the province of Cotopaxi, which in this case were the Avenger cultivars with a yield rate of 27.32 Tn/ha and the EMBR940 cultivar presenting balanced characteristics in the physical aspect of its pellet, in addition to a yield rate of 18.82 Tn/ha.

Keywords: Broccoli, Cultivar, Vegetable selection, Crop yield, EMBR940.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

Brassica oleracea var. *Itálica* L., una hortaliza conocida comúnmente como brócoli de la cual se conocen unas 4000 especies, su importancia radica en la variedad de vitaminas y compuestos bioactivos que posee, mismos que ayudan a reducir el riesgo de padecer enfermedades como la diabetes, anemia, entre otros, además de poseer una acción anticancerígena (Vázquez, Mejía, Robles & Ramírez, 2020), es así, que dicha hortaliza presenta una elevada demanda dentro de la sección agroalimentaria mundial (Rocha y Cisneros-Reyes, 2019). En la actualidad existen 6 000 hectáreas de cultivo de esta hortaliza, donde el 68% son originarias en la provincia de Cotopaxi (CORPEI, 2009), en las parroquias de Guaytacama y en la parroquia La Matriz cantón Pujilí.

En el Ecuador el cultivo de este tipo de hortaliza representa una alta demanda local, así como a nivel internacional, solo en la provincia de Cotopaxi el 97% de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.) es destinado a exportación, llegando a países como: Estados Unidos, Japón, Alemania y Europa, con sus principales empresas exportadoras Provefrut, Nova y Ecofroz, ubicadas en las provincias de Cotopaxi y Pichincha (Risco, Gutiérrez y Buenaño Sánchez, 2016).

Territorios como Pujilí y Guaytamaca son la fuerza de trabajo en la agricultura de exportación sobresaliendo por sus condiciones y naturaleza del suelo, siempre y cuando se tome en cuenta la variabilidad en la época de trasplante y de cosecha, precocidad, densidad, resistencia a plagas y enfermedades, mínimos desórdenes fisiológicos, entre otros (Yumbla, 2015).

Mediante la siguiente investigación se propone seleccionar un cultivar que responda de forma favorable a las condiciones y naturaleza del suelo, tomando en cuenta la variabilidad en la época de trasplante y de cosecha, precocidad, densidad, resistencia a plagas, mínimos desórdenes fisiológicos, entre otros. Comprendido de esta manera

se verán perjudicadas las zonas agroecológicas por las características antes mencionadas, con ello se pretende seleccionar un cultivar de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.) que presente características agronómicas óptimas, a fin de conseguir condicionamiento a la localidad cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, obteniendo un mejor rendimiento y con esto poder reducir los costos de producción.

1.2 Antecedentes Investigativos

Según Arellano (2020), en su trabajo detalla la evaluación de desarrollo de variedades de brócoli en la ciudad de Guayaquil-Ecuador bajo un sistema hidropónico, dando como resultado que la mejor producción fue de Waltham 29 con un diámetro de pella de 19,76cm y un peso de 0.45 kg con un tipo de tratamiento específico de nutrición, en cuanto al ecotipo Italian Green, arrojó resultados en donde el diámetro fue de 16.62 cm y un peso de 0.35 kg con otro tipo de tratamiento, valores establecidos debido a característica de cada variedad, así como de factores abióticos.

Así también Torres (2016), con su estudio del comportamiento agronómico de dos variedades de brócoli (Heritage y Legacy) sometida a 4 densidades en la provincia de Santa Elena-Ecuador, teniendo como resultado que las dos variedades presentaron un comportamiento agronómico aceptable, además Legacy obtuvo un excelente porcentaje de prendimiento, así como los días a la cosecha fueron menos a diferencia de Heritage, esta última en cambio tuvo un rendimiento óptimo a una densidad de 50000 plantas/ha con 13236,8 kg/ha.

Por otra parte, la determinación de requerimientos para el cultivo de *Brassica oleracea* L. Var. *Avenger* en Riobamba-Ecuador, bajo condiciones edafoclimáticas del cantón mediante la aplicación de métodos indirectos y uno directo, llegaron a la conclusión que el mejor método fue en relación agua-suelo-planta-atmosfera de 142.5mm como requerimiento hídrico, mediante el uso de su Tratamiento 1 que consta de láminas de riego determinadas por un lisímetro de drenaje, estudio realizado por Jiménez (2016). Continuando con la variedad de estudios realizados se encuentra la evaluación de variedades de brócoli en dos localidades de Pichincha-Ecuador en Aloag y Machachi, especificando las siguientes como las 7 variedades de estudio: Shogun, Patriot,

Arcadia, Marathon, Samuray, Vikingo y Ninja. De las variedades antes expuestas Vikingo y Arcadia fueron las de mejor rendimiento en las dos localidades, en cuanto a Samurái, Ninja la mejor localidad para su cultivar fue Aloag con 13.3 Tn/ha y la de Vikingo en Machachi con 15.3 TM/ha, según la autora Vallejo (2013).

1.3 Cultivo de Brócoli

1.3.1 Origen de *Brassica oleracea* var. *Itálica* L.

El cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.) tiene su origen en el Mediterráneo Oriental por el clima templado donde los cultivos crecieron con mayor facilidad, por lo cual en el pasado los romanos la cultivaban y consumían esta especie de hortaliza de allí su popularidad. En el siglo XVI es donde esta hortaliza empezó a comercializarse con otros pueblos, alcanzando posteriormente a Europa en el siglo XX, llegando así hoy por hoy a ser cultivada en varios países (Acosta, Martínez, Cerdá, Ferrández & Núñez, 2018).

En la década de los 80 fue los inicios de este producto en el Ecuador cultivado por pequeñas parcelas, originario de la región andina (Salazar, 2006), ahora en la actualidad siendo la hortaliza más cultivada con un aumento del 43.79% en la producción nacional entre el 2000-2012 y de exportación a países como Estados Unidos, Japón y Alemania (MAGAP, 2013).

Cabe resaltar que *Brassica oleracea* var. *Itálica* L. presenta un alto valor nutritivo, puesto que contiene vitaminas (C, B₆ y una cantidad de provitamina A), proteínas, ácido ascórbico, flavonoides, propiedades antioxidantes, además de su contenido de hierro, entre otros compuestos (Tabla 1) que según Patricia Matey (2020), en la revista Alimento, mediante trabajos publicados los componentes bioactivos de estas hortalizas son eficaces en la mejora de la salud, reduciendo los riesgos de padecer varios tipos de enfermedades como diabetes, anemia y cáncer (Risco, Gutiérrez y Buenaño Sánchez, 2016), debido a compuestos químicos como *glucosinolatos* mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición nutricional de 100 g de una porción comestible de brócoli.

Nutriente	Valor
Agua (%)	89.30
Energía (kcal)	34
Proteína (g)	2.82
Grasa (g)	0.37
Carbohidrato (g)	6.64
Fibra (g)	2.60
Ca (mg)	47
P (mg)	66
Fe (mg)	0.73
Na (mg)	27
K (mg)	316
Vitamina A (mcg)	31
Tiamina (mg)	0.07
Riboflavina (mg)	0.12
Niacina (mg)	0.64
Ácido ascórbico (mg)	93.2
Vitamina B6 (mg)	0.17
Vitamina C (mg)	65

Fuente: INCAP/OPS, (2007)

1.3.1.1. Descripción taxonómica

Hortaliza perteneciente a la familia de *Brassicaceae* (crucíferas), su descripción taxonómica es la siguiente tabla.

Tabla 2. Clasificación taxonómica.

Reino	Plantae
División	Fanerógama Magnoliophyta
Clase	Dicotiledónea Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Género	Brassica L. 1753
Especie	Brassica oleracea
Subespecie	Brassica oleracea var. italica Plenck 1794

Fuente: Acosta, Martínez, Cerdá, Ferrández & Núñez, (2018).

1.3.2 Descripción morfológica

El brócoli es una planta que pertenece a la familia de las Brasicáceas, dicha planta es herbácea la cual posee un tallo principal el cual puede alcanzar una longitud de hasta cincuenta centímetros, además posee entrenudos cortos, la parte del tallo contiene dos inflorescencias una principal en la parte superior y la secundaria en los nudos de esta, sujetando un poco más 20 hojas que reviste la pella (Pérez, García, Pérez y Navarro, 2014).

La parte comestible de la hortaliza también conocida como pella está constituido por flores inmaduras con finos pedúnculos, formando con ello un corimbo con distintas tonalidades de verde, por otro lado, el florete formado por la acumulación de flores individuales incrustadas pequeñas en forma de cruz, son características de una polinización cruzada (Rocha y Cisneros, 2019).

La silicua (fruto seco) trae con ella un sin número de semillas de un diámetro aproximando de 2 mm, tienen una gran capacidad germinativa desde el momento de recolección, además de su sistema radicular que llega a alcanzar los 60 cm de profundidad (Rocha y Cisneros, 2019).

1.3.3 Factores Edafoclimáticos

1.3.3.1. Temperatura, precipitación, humedad

El líquido vital en cuanto a brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica* L.) debe ser de manera permanente, en donde las precipitaciones deben oscilar de los 500 a 1000 mm anual, con respecto al tipo de suelo este debe poseer diversas condiciones como el adecuado nivel de materia orgánica, así como un buen drenaje y tener francos profundos, todo esto para la obtención de un buen rendimiento (Avendaño y Schwentesius, 2009). En cuanto al pH este debe ser de alrededor de 6.0 a 6.8 (ligeramente ácido), igualmente considerando una temperatura de entre 15-18 °C máxima y entre 5°C mínima, consiguiendo el correcto desarrollo de la hortaliza, ya que con temperaturas elevadas las pellas van perdiendo firmeza y temperaturas demasiado bajas detienen el crecimiento de esta, además condiciones de humedad relativa de entre 70-80% (Avendaño y Schwentesius, 2009).

1.3.4 Fertilización

Según Angelfire (2005) el uso de nitrógeno (N) como fertilizante tiende a tener un periodo de respuesta alrededor de 30 días, liberado de forma consistente con disolución breve, comúnmente diluidos en agua y aplicados mediante el uso de un pulverizador. En cuanto a P₂O₅ es beneficioso para las plantas debido a que el mismo actúa en la fotosíntesis, división celular entre otros procesos importantes ayudando a la formación temprana de raíz y crecimiento de esta, así también la calidad y cantidad de ramificaciones en este tipo de hortalizas (Vélez & Germán, 2014).

Según los autores Lasso, Álvarez & Ruiz (2013) en su publicación en la Revista de Ciencias Agrícolas, el uso de azufre (S) favorece a la actividad enzimática con lo cual beneficia el metabolismo tanto de carbohidratos, lípidos y proteínas, además de la síntesis de clorofila ayudando en el crecimiento y desarrollo. Fertilizantes que contienen potasio (K) se absorben de mejor manera en la planta, perfectamente involucrado en la producción, transporte de azúcares e interviene en la síntesis de pigmentos, conjuntamente de inhibir la absorción del magnesio (Álvaro, 2019).

1.3.5 Plagas y enfermedades

En la Tabla 3 se muestran todas las plagas más recurrentes en el Ecuador de este tipo de cultivos; como la Polilla y Mariposa las cuales producen daños en las plantas, donde orugas devoran el limbo de las hojas así como el entorno de la parcela, ocasionando agujeros en las mismas, para lo cual como medidas preventivas se elimina toda mala hierba para la polilla, en cuanto a la mariposa se procede a la colocación de trampas con feromonas, además de métodos de control como biotecnológicos y biológicos acompañado de controles fitosanitarios con bioplaguicidas (Álvaro, 2019).

Pulgón una plaga que causa daño directo a la planta extrayendo sus nutrientes y alterando la base de sus hormonas, como método de control químico con el uso de malatión e insecticidas y como control biológico con el uso de depredadores como *Chrysoperla carnae* y *Chrysopa Formosa* (Mena, 2014).

Larvas provocan daños directos por succión de savia originando manchas cloróticas y debilidad en la planta, llamado comúnmente como gusano trozador, se trata con rotación de cultivos, destrucción de restos de cosecha, además de colocación de trampas amarillas adherentes para su descubrimiento temprano, así como el uso de bioinsecticidas (Álvaro, 2019).

Tabla 3. Plagas de cultivo de brócoli.

Nombre Común	Nombre Científico
Polilla de col	<i>Plutella xylostella</i>
Mariposa de la col	<i>Pieris brassicae, Pieris rapae</i>
Gusano trozador	<i>Agrotis sp.</i>
Pulgón	<i>Aphis sp.</i>

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las enfermedades principales dentro del Ecuador (Tabla 4), estas se producen por el contagio en alguna parte de la fase del cultivo, la sintomatología principal en las plantas son pequeños tipos de puntos necróticos, algunas dadas por infecciones desde el suelo, lo que se usa como medidas preventivas para este tipo de enfermedades es el uso de semillas sanas, variedades resistentes, rotación de cultivos, igualmente eliminación de hierbas malas y restos de cosechas, como también controles fitosanitarios convencionales con productos autorizados (Álvaro, 2019).

Tabla 4. Enfermedades de cultivo de brócoli.

Nombre Común	Nombre Científico
Alternaria	<i>Alternaria brassicae</i>
Botritis	<i>Botrytis cinérea</i>
Hongos del cuello	<i>Rhizoctonia solani</i> y <i>Phoma lingam</i>
Mildiu	<i>Peronospora parasitica</i>
Hernia de la col	<i>Plasmodiophora brassicae</i>

Fuente: Elaboración propia

1.3.6 Manejo del cultivo

La siembra de esta planta se la realiza mediante una semilla o trasplante, donde la primera opción se la realiza fechas próximas de junio a septiembre en el cual se debe cubrir con una capa de tierra de entre 1 a 1.5 cm con un riego frecuente, posterior a ello la plántula desarrollada podrá alcanzar en aproximadamente 45 a 55 días. En cuanto a la opción de trasplante se la ejecuta en hileras de separación de 60 a 70 cm y entre plantas de 45 cm; este es efectuado una vez la planta haya llegado a la altura de entre 10 a 15 cm (Díaz, 2019).

1.3.7 Variedades de *Brassica oleracea* var. *Itálica* L.

1.3.7.1. Variedades

Existe variedad de este tipo de hortaliza, según la información técnica agrícola del Ecuador (Tabla 5), pero en el Ecuador se cultiva Brócoli Legacy en la región sierra característico por ser híbrido, cuenta con presencia de cabezas homogéneas y brotes laterales, por otra parte, *Brócoli Marathon* clase tolerante a diversas afecciones y se desarrolla en varios tipos de suelos y clima, tiende a tener un desarrollo mucho más rápido con una coloración verdeazulado (Santillan, 2021).

En cuanto a otros híbridos (Tabla 6), tanto Imperial y Avenger el más cultivado, son característicos por un tamaño de 70 cm de altura, uniforme en corte, gran peso, por otro lado, Heritage y Manzuri son de alto rendimiento, adaptación de condiciones altas de humedad con un tamaño de entre 50 cm de alto, todos estos híbridos con coloración verdeazulado (Contreras, 2018).

Tabla 5. Variedades de *Brassica oleracea* var. *Itálica* LL

Nombre	Variedad de ciclo (Días)
Arcadia	90-95
Patriot	Hibrido >95
Marathon	80-90
Samurái	Hibrido >95
Shogum	Hibrido >95
Vikingo	Hibrido >95
Ninja	80-84

Fuente: Infoagro (2006)

Tabla 6. Híbridos de *Brassica oleracea* var. *Itálica* L.

Híbrido	Variedad de ciclo (Días)
Imperial	90-95
Heritage	95-105
Manzuri	95-105
Avenger	90-95

Fuente: Contreras (2018)

1.3.7.2. Adaptación de variedades

Si de adaptabilidad se trata según Hernández (2013) alega que dependerá de múltiples factores donde el tipo de planta se encuentre como lo es: suelo, clima, características estructurales, fotoperiodo, etc., donde las que destaquen entre ellas tendrá lugar a caracteres de rendimiento y calidad aceptable.

Del mismo modo según Corrales (2017) los híbridos como Avenger y Domador son característicos por ser buenos en cuanto a adaptación y consistentes en rendimiento (Tabla 7).

Tabla 7. Características de híbridos.

	Altura	Días de cosecha	Color	Pella	Tamaño de grano
Domador	Media	90	Azul-verdoso	Domo bien formado	Fino
Avenger	Grande	100-110	Azul-verdoso	Domo bien formado	Pequeño

Fuente: Elaboración propia

1.4 Hipótesis

H₁: Por lo menos uno de los cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.) presenta características agronómicas óptimas para su adaptabilidad a la zona en estudio.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Evaluar la adaptabilidad de trece cultivares de Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.) en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar las características agronómicas de trece cultivares de brócoli.
- Determinar los rendimientos de los cultivares de brócoli.
- Seleccionar el cultivar con mayor productividad para el sector en estudio.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

2.1.1 Materiales de Campo

- Variedades plántulas
- Azadón
- Desinfectante
- Fertilizantes
- Fungicidas
- Balanza
- Flexómetro
- Cinta métrica
- Bomba de mochila
- Tanque de 200 L
- Rótulos
- Estacas
- Piola

2.1.2 Materiales de Oficina

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Calculadora
- Libreta de apuntes
- Lapicero
- Impresora
- Papel bond
- Marcadores
- Internet

2.2 Metodología

2.2.1 Ubicación del experimento

La presente investigación fue realizada en el barrio Molino Pata, ubicado en el cantón Pujilí provincia de Cotopaxi.

2.2.2 Características del lugar

El barrio Molino Pata se encuentra ubicado en el cantón Pujilí, en donde el clima es templado seco, con una precipitación anual que va de los 300 a los 900 mm, posee suelos francos arenosos con un pH ligeramente ácido, a una altitud de 3077 msnm, con coordenadas geográficas de 1°03'40.4" latitud Sur y 78°41'38.1" latitud Oeste (Yumbla, 2015).

2.3 Factores en estudio

En la presente investigación, los factores de estudio fueron trece cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.) los cuales son: MKS-B111, MKS-B116, MKS-B106, EMBR258, EMBR266, EMBR924, EMBR940, EMBR944, Haiyan, Kin 257, Roxanne y Avenger

2.4 Tratamientos

Fueron empleados trece tratamientos como se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Cultivares a evaluar de Brócoli

Tratamiento		Características		
		Código/nombre	Tipo	Empresa
1	H ₁	MKS-B111	F ₁	Vilmorin
2	H ₂	MKS-B116	F ₁	Vilmorin
3	H ₃	MKS-B106	F ₁	Vilmorin
4	H ₄	EMBR258	F ₁	Emerald Seeds
5	H ₅	EMBR266	F ₁	Emerald Seeds
6	H ₆	EMBR924	F ₁	Emerald Seeds
7	H ₇	EMBR940	F ₁	Emerald Seeds
8	H ₈	EMBR944	F ₁	Emerald Seeds
9	H ₉	EMBR958	F ₁	Emerald Seeds
10	H ₁₀	Haiyan	F ₁	Emerald Seeds
11	H ₁₁	Kin 257	F ₁	Emerald Seeds
12	H ₁₂	Roxanne	F ₁	Emerald Seeds
13	H ₁₃	Avenger	F ₁	Sakata

Fuente: Elaboración propia

2.5 Diseño experimental

Se implementó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 13 tratamientos en los cuales se realizaron tres repeticiones buscando reducir y controlar la varianza de error para la obtención de mayor precisión (Yepes, 2014). A las respuestas significativas se aplicaron la prueba de Tukey al 5% con el fin de comparar medias provenientes del análisis de varianza antes mencionado, de esta manera discernir si los resultados son significativos (Cajal, 2020).

2.6 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el software estadístico InfoStat versión 2020.

2.7 Manejo del experimento

En el manejo del experimento se evaluó la adaptabilidad

2.7.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo fue iniciada con una arada, seguido de una rastrada y finalmente la elaboración de surcos; técnica de agricultura muy utilizada para la descompactación del terreno (Calvo, 2019); con la ayuda de un tractor, todo esto con el fin de que el terreno se encuentre preparado para un trasplante mucho más efectivo.

2.7.2 Trasplante

Las plántulas se trasplantaron a los 32 días desde la siembra, tomando en cuenta estudios realizados por Spinaci Carlos (2019) donde el trasplante óptimo se halla entorno a los 31 días, además se implementaron en el terreno surcos previamente diseñados, húmedos y sin encharcamiento, con una densidad de siembra de 70 cm entre hilera y de 50 cm entre planta, a más de ello todos los tratamientos fueron etiquetados.

2.7.3 Control de malezas

Debido a la salida de arvenses durante la primera etapa de desarrollo se realizaron deshierbes manualmente a los 18 y 53 días después del trasplante a fin de que no compita con la planta joven ya sea bien por espacio, agua o nutrientes (Cucul, 2016).

2.7.4 Fertilización

Recomendaciones de fertilización para brócoli mostrados en la Tabla 9 y recomendación de fertilización según análisis de suelo (Tabla 10).

Tabla 9. Fertilización para brócoli

Análisis de Suelo	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bajo	180 – 250	120 – 200	140 – 200
Medio	100 – 180	60 – 120	80 – 140
Alto	60 – 100	20 – 60	40 – 80

Fuente: UPOV, (2018)

Tabla 10. Recomendación de fertilización según análisis de suelo (kg/ha)

N	P₂O₅	K₂O	S
220	90	60	30

Fuente: Elaboración propia

2.7.5 Forma y época de fertilización

Se procedió a la aplicación al fondo del surco a chorro continuo la mitad del P₂O₅, un tercio de K₂O, S, y N, cubriendo el fertilizante y trasplantándolo. La otra mitad del P₂O₅ y un tercio de K₂O, S y N aplicado en banda lateral e incorporando a los 21 días después del trasplante; y el tercio restante de K₂O, S y N aplicado en banda lateral e incorporado a los 45 días después del trasplante como se muestra en la Tabla 11 (Zamora E., 2016).

Tabla 11. Aplicación de Fertilizante

Días/	N	P₂O₅	K₂O	S
Trasplante	73	45	20	10
21	73	45	20	10
45	73	45	20	10

2.7.6 Controles fitosanitarios

Para los controles fitosanitarios se utilizaron productos químicos, los cuales se rotaron dependiendo su modo y mecanismo de acción, en donde existió semanas con precipitaciones y otras semanas muy secas. Para lo cual se utilizó un plan fitosanitario recomendado por el importador (Tabla 12).

Tabla 12. *Productos químicos utilizados para el manejo del cultivo*

Aplicación	Ingrediente activo	Dosis
1	➤ Acefato	100gr/ 200 Lt
	➤ Clorhidrato de propamocarb	500cc/200Lt
	➤ Fertilizante orgánico	500ml/200Lt
2	➤ Etilen Diamino Tetracético tetra sodio	50gr/Lt
	➤ Thiophanate methyl	250gr/ 100Lt
	➤ Imidacloprid	125 cc/100Lt
	➤ Piretroide	500cc/100Lt
	➤ N,P,K, Aminoácidos y algas marinas	125cc/100Lt
3	➤ Lambda-cyhalothrin	200ml/100Lt
	➤ Azoxystrobin y Difenconazole	125ml/100Lt
	➤ Marchfol 25.16.12	500gr/100Lt

Fuente: UPOV, (2018)

2.7.7 Cosecha

Una vez concluido el proceso fisiológico del cultivo de brócoli, es decir, cuando presenten madurez comercial; donde las cabezas alcanzaron un tamaño adecuado, tienden a ser compactas y de color uniforme (Zamora E, 2016); se procedió a cortar la pella con la ayuda de una navaja, la tonalidad verde varía dependiendo el cultivar, seguidamente registrar el peso de todas las pellas.

2.7.8 Postcosecha

Una vez finalizada la cosecha se procedió a colocarlas en gavetas en un lugar fresco y seco, donde no llegue directamente la luz, con esto se evitó el deterioro del producto.

2.8 Variables de respuesta

2.8.1 Porcentaje de prendimiento

El porcentaje de prendimiento se obtuvo mediante el conteo de plántulas prendidas, a los 15 días después del trasplante, del total de plantas de la parcela. Los valores se expresaron en porcentaje.

2.8.2 Altura de la planta

Para esta variable se registraron tres lecturas: a los 30, 60 y días a la cosecha después del trasplante tomando una muestra de 5 plantas al azar de cada tratamiento, para cumplir esta variable se procedió medir desde el cuello de la planta a nivel del suelo hasta el ápice de la misma con la ayuda de un flexómetro. Los valores se expresaron en cm.

2.8.3 Presencia de plagas

Después del trasplante se registró la presencia o ausencia de plagas cada 15 días en el cultivo, de 5 plantas tomadas al azar por tratamiento, asegurándonos de que no existan malezas o desperdicios en los alrededores de la planta, revisión constante, reporte y control (Hernández, 2013).

2.8.4 Presencia de enfermedades

Después del trasplante se registró la presencia o ausencia de enfermedades cada 15 días en el cultivo de brócoli, de 5 plantas tomadas al azar de cada tratamiento

2.8.5 Diámetro ecuatorial de la pella

Con la ayuda de una cinta métrica se procedió a medir el diámetro ecuatorial de la pella, de 5 plantas tomadas al azar de cada tratamiento. Los valores se expresaron en cm.

2.8.6 Días a la cosecha

Se tomó en cuenta los días transcurridos desde el trasplante hasta que el 70% de las pellas presenten madurez comercial de cada tratamiento.

2.8.7 Compactación de la pella

Esta variable se midió de forma visual al momento de la cosecha, donde fueron tomadas 5 pellas al azar de cada tratamiento, dicha variable se evaluó según el Anexo 2.

2.8.8 Peso de la pella

Para esta variable se utilizó una balanza y fueron registrados al momento de la cosecha, tomando una muestra de 5 plantas al azar de cada tratamiento. Los valores se expresaron en gramos.

2.8.9 Color de la pella

Para esta variable se tomó 5 pellas al azar de cada tratamiento, para la cual se utilizó la tabla de colores de Pantone Matching System (PMS), dicha variable se evaluó según el Anexo 4.

2.8.10 Forma de la pella

Esta variable se midió de manera visual al momento de la cosecha, de 5 pellas tomadas al azar de cada tratamiento, dicha variable se evaluó según el Anexo 3.

2.8.11 Rendimiento

Se procedió a pesar todas las pellas de cada parcela, esto se realizó una vez que alcanzaron la madurez comercial. Los valores se expresaron en Tn/ha.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de resultados

3.1.1 Porcentaje de prendimiento

Se evidenció que el análisis de varianza para la variable del porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante (Tabla 13), existió una diferencia significativa, puesto que p-valor es menor a 0,05 (p-valor = 0,0370) con un coeficiente de variación de 5,90 %.

Tabla 13. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de prendimiento a los 15 días

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	p-valor
Bloques	93,59	2	46,79	2,13	0,1407
Cultivares	606,41	12	50,53	2,30	0,0398
Error	527,24	24	21,97		
Total	1227,24	38			

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante (Tabla 14), se expone dos rangos de significación, en donde los cultivares EMBR924 y MKS-B106 obtuvieron el primer lugar, puesto que compartieron la misma media de 84,17, mientras que el cultivar Kin 257 se ubica en el último lugar, puesto que, tiene el menor porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante, con una media del 70 %.

Para Gavilanes (2015) e Ilbay (2009), los porcentajes ideales de prendimiento en hortalizas tiene que ser mayor al 90%. A pesar de que los porcentajes de prendimiento de los cultivares EMBR924 y MKS-B106 fueron las más altas, no alcanzan el valor óptimo. Es posible que el porcentaje de prendimiento dependa de otros factores como las condiciones favorables que tengan las plántulas al momento del trasplante como humedad del suelo, soltura del suelo, edad de las plántulas, entre otras (Luna, 2018).

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para la variable de porcentaje de prendimiento a los 15 días

Cultivares	Medias	Rangos
EMBR924	84,17	A
MKS-B106	84,17	A
Avenger	82,50	A B
MKS-B116	81,67	A B
Haiyan	81,67	A B
EMBR266	81,67,	A B
EMBR258	80,00	A B
EMBR940	80,00	A B
MKS-B111	78,33	A B
EMBR958	78,33	A B
Roxanne	77,50	A B
EMBR944	73,33	A B
Kin 257	70,00	B

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Altura de la planta

3.1.2.1 Altura de la planta a los 30 días después del trasplante

En el análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 30 días después del trasplante (Tabla 15) presentó diferencias estadísticamente significativas (p -valor = 0,0002) con un coeficiente de variación de 8,08%.

Tabla 15. Análisis de varianza para la variable de altura de la planta a los 30 días después del trasplante

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	p-valor
Bloques	2,57	2	1,28	0,55	0,5814
Cultivares	150,96	12	12,58	5,44	0,0002
Error	55,51	24	2,31		
Total	209,03	38			

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de rango múltiple Tukey al 5% indicó cuatro cultivares con un rango “A”, donde se ubican las variedades EMBR924, Haiyan, EMBR940 y EMBR266. Estas variedades son las que alcanzaron la mayor altura de planta con medias de 21,50, 21,00, 21,00 y 20,47 cm, respectivamente. Por el contrario, en el rango “B” se hallan los cultivos EMBR944 y Kin 257, las cuales presentaron una menor altura de la planta con medias de 15,57 y 15,47 cm. (Tabla 16).

Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 30 días del trasplante

Cultivares	Medias	Rangos
EMBR924	21,50	A
Haiyan	21,00	A
EMBR940	21,00	A
EMBR266	20,47	A
Avenger	19,83	A B
EMBR258	19,80	A B
MKS-B106	19,27	A B
EMBR958	18,37	A B
MKS-B111	18,27	A B
Roxanne	17,10	A B
MKS-B116	16,97	A B
EMBR944	15,57	B
Kin 257	15,47	B

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2 Altura de la planta a los 60 días después del trasplante

En el análisis de varianza para la altura de la planta a los 60 días después del trasplante (Tabla 17) presentó diferencias altamente significativas (p -valor = $<0,0001$) entre los cultivares, con un coeficiente de variación (CV) de 7,00%.

Tabla 17. Análisis de varianza para la variable de altura de la planta a los 60 días después del trasplante

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	p-valor
Bloques	117,98	2	58,99	5,70	0,0094
Cultivares	6022,05	12	501,84	48,50	$<0,0001$
Error	248,34	24	10,35		
Total	6388,37	38			

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la prueba de significación de rango múltiple Tukey al 5%, la variedad MKS-B106 ubicada en el rango “A” es la que alcanzó la mayor altura de planta a los 60 días con una media de 57,39 cm. En cambio, en el rango “E” se hallan el cultivo EMBR944 con una menor altura de la planta 15,57 cm (Tabla 18). Jaramillo & Díaz (2006) señalan que el rango óptimo de altura que alcanza la planta de brócoli es de 20 a 50 cm.

En la presente investigación todos los cultivares se encuentran dentro de este rango, siendo la variedad MKS-B106 la que alcanzó la mayor altura (57,39 cm). Un estudio similar de aclimatación de híbridos de brócoli en el cantón de Riobamba indicó que la altura a la que llegó la planta fue de 50,44 cm a los 56 días del trasplante (Arteaga, 2011). De igual manera, los resultados obtenidos por Torres (2018) en su estudio de comportamiento de dos variedades de brócoli mostraron que la variedad Legacy sobresalió con una altura de 55 cm.

Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta a los 60 días después del trasplante

Variedades	Medias	Tukey
MKS-B106	57,39	A
Avenger	55,92	A B
EMBR266	55,30	A B C
EMBR924	52,13	A B C D
Haiyan	51,20	A B C D
EMBR958	51,00	A B C D
Roxanne	50,69	A B C D
EMBR258	50,63	A B C D
MKS-B11	47,00	B C D
MKS-B116	46,07	C D
Kin 257	43,23	D
EMBR940	21,00	E
EMBR944	15,57	E

3.1.2.3 Altura de la planta a los días de la cosecha después del trasplante

El análisis estadístico para la variable altura de la planta a los días de la cosecha después del trasplante (Tabla 19), se consiguió evidenciar diferencias estadísticas significativas (p -valor = $<0,0001$), con un coeficiente de variación de 7,80%.

Tabla 199. Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los días de la cosecha después del trasplante

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	p-valor
Bloques	30,62	2	15,31	6,92	0,5440
Cultivares	2344,81	12	195,40	0,62	$<0,0001$
Error	588,28	24	24,51		
Total	2963,72	38			

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los días de la cosecha (Tabla 20), se expone dos rangos de significación, en donde el cultivar Avenger obtuvo el primer lugar con una media de 75,41 cm, puesto que tiene la mayor altura, mientras que el cultivar EMBR944 presentó una media de 43,98 cm, ubicándose en el último lugar, por presentar menor altura.

Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta a los días de la cosecha después del trasplante

Variedades	Medias	Tukey
Avenger	75,41	A
EMBR26	73,01	A B
MKS-B106	72,24	A B
EMBR258	65,82	A B C
MKS-B111	65,63	A B C
Haiyan	65,50	A B C
EMBR958	62,74	A B C
EMBR940	62,17	A B C
EMBR924	62,16	A B C
MKS-B116	59,86	B C
Roxanne	59,31	B C
Kin 257	56,96	C D
EMBR944	43,98	D

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Presencia de plagas y enfermedades

En la presente investigación de acuerdo a los monitoreos realizados cada quince días no se encontró la presencia de plagas, mientras que para las enfermedades se pudo evidenciar únicamente la presencia de *Pythium ultimum* en donde el cultivar Kin 257 tuvo mayor presencia de la enfermedad. Después de esto no se tuvo presencia de plagas y enfermedades ya que se realizó un buen plan de manejo químico, en cuanto a la rotación de productos químicos.

Las pudriciones radicales son causadas por patógenos que habitan naturalmente en el suelo. El hongo *Pythium ultimum* afecta plántulas de brócoli, coliflor y repollo, causando una pudrición de raíces y semillas, y caída de plántulas. Los ataques de este hongo se ven favorecidas por condiciones como las altas densidades de siembra, encharcamiento de suelos en los semilleros y temperaturas entre los 18 y 24°C (Jaramillo & Díaz, 2006; Limongelli, 2009). Dentro de esta investigación las variedades EMBR924 y MKS-B106 presentaron una menor incidencia de la enfermedad, que se interpretan como resistentes. Por el contrario, la variedad Kin 257 se considera como escasamente resistente a la enfermedad de la pudrición.

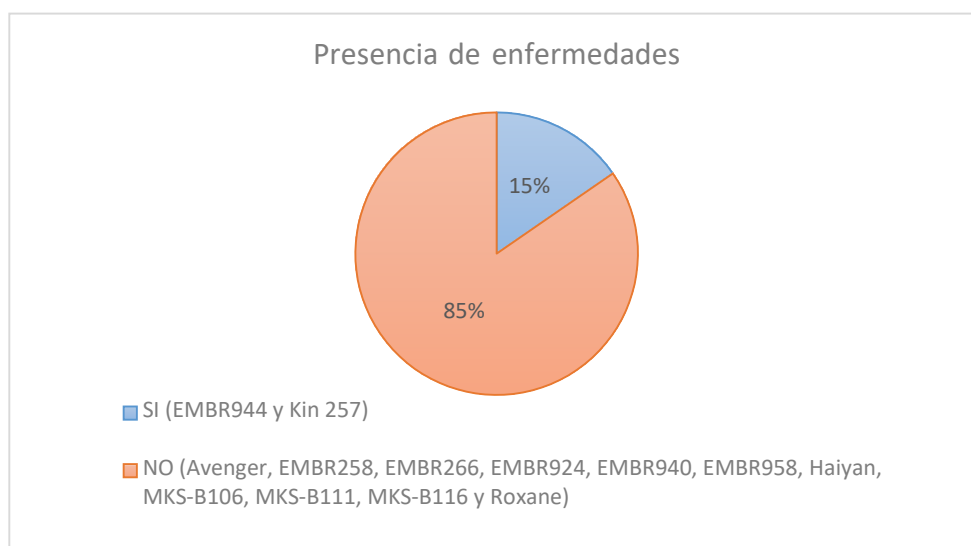


Figure 1. Presencia de enfermedades

3.1.4 Diámetro de la pella

El análisis de varianza indica que, si existe diferencias significativas entre los cultivares para la variable diámetro de la pella (Tabla 21), pues el valor p obtenido es igual a 0,0003 en donde el coeficiente de variación (CV) es de 3,67%. Esto significa que existe relación entre el desarrollo del diámetro de la pella con la variedad que se utilice.

Tabla 21. Análisis de varianza para la variable diámetro de la pella

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	p-valor
Bloques	2,17	2	1,08	2,38	0,1145
Cultivares	28,76	12	2,40	5,25	0,0003
Error	10,95	24	0,46		
Total	41,88	38			

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% para la variable del diámetro de la pella (Tabla 22), indica que el cultivo que obtuvo un mayor crecimiento del diámetro ecuatorial de la pella fue el cultivar Avenger con una media de 19,87 cm. Por el contrario, el cultivar EMBR258 con una media de 16,80 cm. obtuvo el menor crecimiento de diámetro de pella, es decir el menor rango.

De acuerdo con Bustos (2006), la escala de tamaño de pella se clasifica en: pellas pequeñas con diámetro polar entre 5-10 cm, pellas medianas con diámetro polar entre 10-20 cm y pellas grandes con un diámetro ecuatorial mayor a 20 cm. Las pellas de las variedades estudiadas son medianas, lo cual está relacionado con el potencial genético de cada cultivar y el manejo agronómico que se les dio. En un estudio similar de adaptabilidad de híbridos y variedades de brócoli en el Distrito de Lamas Perú, obtuvieron diámetros promedios de pella entre los 20,10 y 25,16 cm (Benavides, 2013).

Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro de la pella

Cultivares	Medias	Tukey
Avenger	19,87	A
MKS-B106	19,33	A B
EMBR944	19,33	A B
Haiyan	19,07	A B
EMBR924	18,87	A B
EMBR940	18,67	A B C
MKS-B116	18,33	A B C
EMBR958	18,13	A B C
MKS-B111	18,07	A B C
Roxanne	17,67	B C
Kin 257	17,67	B C
EMBR266	17,33	B C
EMBR258	16,80	C

Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Días a la cosecha

El análisis de varianza para la variable días de la cosecha (Tabla 23) indica que existen diferencias estadísticamente significativas ($p\text{-valor} = <0,0001$) entre los cultivares con un coeficiente de variación (CV) de 1,69%. Esto significa hay relación entre los días transcurridos y la madurez comercial del cultivar que se utilice.

En esta parte se tomó en cuenta los días transcurridos desde el trasplante hasta que el 70% de las pellas presenten madurez comercial de cada cultivar.

Tabla 23. Análisis de varianza para la variable días a la cosecha después del trasplante

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	p-valor
Bloques	3,44	2	1,72	0,76	0,4764
Cultivares	341,03	12	28,42	12,65	<0,0001
Error	53,90	24	2,25		
Total	398,36	38			

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% para la variable días a la cosecha después del trasplante (Tabla 24), las medias de días a la cosecha exponen los siguientes resultados. El cultivo que obtuvo el 70% de madurez comercial en menos días fue EMBR958 con una media de 82 días. En cambio, el cultivar Avenger necesitó de más días a la cosecha con una media de 94 días.

Para Jaramillo & Díaz (2006) según el ciclo de vegetativo del brócoli los cultivares pueden clasificarse en: tempranos (ciclo menor de 90 días), intermedio (de 91 a 110 días) y tardío (ciclo mayor de 111 días). Aunque, la cantidad exacta de tiempo puede variar según la variedad de brócoli, manejo agronómico y el clima local. La mayoría de las variedades estudiadas son de ciclo temprano, a excepción de las variedades Haiyan, Avenger y EMBR258, que son de ciclo medio. Se prefieren aquellos cultivares cuyo ciclo sea más corto (Jaramillo et al., 2016).

Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para la variable días a la cosecha

Cultivares	Medias	Tukey
EMBR958	82,33	A
Roxanne	84,00	A B
MKS-B116	87,00	B C
EMBR924	88,00	B C
Kin 257	88,33	B C
MKS-B111	88,67	C
EMBR940	89,00	C
MKS-B106	90,00	C D
EMBR266	90,00	C D
EMBR944	90,67	C D
Haiyan	91,00	C D
EMBR258	91,33	C D
Avenger	94,00	D

Fuente: Elaboración propia

3.1.6 Compactación de la pella

La compactación de la pella fue medida en categorías del 1 al 3 donde: 1=poco compacta, 2=ligeramente compacta y 3=compacta (Anexo 2), los cultivares que obtuvieron pellas compactas representaron el 85% del total. En cambio, las variedades Kin 257 y Roxanne presentaron pellas ligeramente compactas (Tabla 25).

La compactación de la pella hace referencia al grado de firmeza que tiene la pella a la hora de la cosecha. Esta variable está incluida como una característica de calidad, donde una buena compactación es importante para el mercado y la industria (Jaramillo et al., 2016). La mayoría de las variedades estudiadas tienen una buena compactación, lo que llamaría la atención del mercado y productores para la adquisición y uso de estos cultivares. Un estudio realizado por Fierro (2013), indica que la compactación de la pella es un parámetro de calidad que sobresale a la hora de adquirir el brócoli.

Esto se debe a que el 44% de la población basa la compra del brócoli al grado de compactación de este.

Tabla 25. Compactación de la pella

Compactación	Porcentaje	Variedades
Compacto	85%	Avenger, EMBR258, EMBR266, EMBR924, EMBR940, EMBR944, EMBR958, Haiyan, MKS-B106, MKS-B116
Ligeramente compacto	15%	Kin 257 y Roxanne

Fuente: Elaboración propia

3.1.7 Peso de la pella

El análisis de varianza para la variable peso de la pella (Tabla 26) indica que existen diferencias significativas (p -valor = $<0,0001$) entre los cultivares y con un coeficiente de variación (CV) de 16,54%. Esto significa que los cultivares utilizados repercuten en el peso de la pella.

Tabla 26. Análisis de varianza para la variable peso de la pella

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	p-valor
Bloques	8325,11	2	4162,55	0,49	0,6203
Cultivares	686254,25	12	57187,85	6,69	$<0,0001$
Error	205025,69	24	8542,74		
Total	899605,05	38			

Fuente: Elaboración propia

La comparación de medias de peso de pella, por Tukey (5%) entre los cultivares, expone los siguientes resultados. El cultivar que obtuvo un mayor peso de pella fue Avenger con una media de 942,80 g, mientras que EMBR258 presentó menor peso de pellas con una media de 380,93 g (Tabla 27).

Para Huertos (2011), el peso de la pella adecuado para la agroindustria esta entre los 400 y 600 g, aproximadamente. Además, Angelfire (2001) y Jaramillo & Díaz (2006) mencionan que la cabeza principal del brócoli puede llegar a pesar hasta 1.500 g con una media de 300 g. Dentro de esta investigación la mayoría de las variedades tuvieron pesos de pella que sobrepasan la media, a excepción de la variedad Kin257. Por lo tanto, las variedades fueron inherentes a las condiciones edafoclimáticas de la región, que fortaleció la vigorosidad genética de los cultivos. Arteaga (2011) reporta en su estudio de aclimatación de híbridos de brócoli en el cantón Riobamba cultivares con pesos de pella entre los 506 y 405 g. También, en condiciones ambientales de la ciudad de Ambato se obtuvieron pesos de pellas de brócoli entre los 727 y 420 g bajo producción de ácidos húmicos y fúlvicos (Zamora, 2014).

Tabla 27. Prueba de Tukey al 5% para la variable peso de pella

Cultivares	Medias	Tukey
Avenger	942,80	A
EMBR940	658,67	B
MKS-B106	650,67	B C
EMBR958	585,33	B C
MKS-B116	538,67	B C
EMBR924	536,00	B C
MKS-B111	529,33	B C
Roxanne	519,33	B C
Kin 257	510,00	B C
Haiyan	506,67	B C
EMBR266	463,67	B C
EMBR944	444,60	B C
EMBR258	380,93	C

Fuente: Elaboración propia

3.1.8 Color de la pella

La coloración de la pella del brócoli fue categorizada mediante la tabla de colores de Pantone Matching System (PMS) (Anexo 4) en donde se pudieron observar verdes blanquecinos, verde grisáceo, verde azulado y verde violeta. Los cultivares de estudio presentaron una variedad de colores, donde el color verde azulado de pella tuvo el mayor porcentaje (Tabla 28).

El color de la pella del brócoli puede llegar a tener una amplitud de matices de verdes con tonalidades verde azulosas, verdes claras, medias y oscuras, hasta verdes grisáceos (Jaramillo & Díaz, 2006). Para Jaramillo y otros (2016), los colores de brócoli más deseados por los consumidores son los de color verde oscuro a verde violeta o azulado. Por lo tanto, en este estudio si se obtuvieron variedades de brócoli con colores de pellas aceptados para la comercialización. Las diferencias existentes de colores de pellas pueden deberse a variaciones genéticas de cada variedad y a la capacidad que tengan de adaptarse a las condiciones climáticas del lugar de estudio (Gavilanes, 2015).

Tabla 28. Color de la pella

Color	Porcentaje	Cultivares
Pantone 341	15,38%	EMBR944 y MKS-B111
Pantone 347	15,38%	EMBR266, Kin 257
Pantone 348	30,79	Avenger, EMBR258, EMBR940, Haiyan
Pantone 355	15,38%	, EMBR924, MKS-B116
Pantone 363	7,69%	EMBR958,
Pantone 3405	7,69%	MKS-B106
Pantone 3425	7,69%	Roxane

Fuente: Elaboración propia

3.1.9 Forma de la pella

La forma de la pella del brócoli fue medida en categorías del 1 al 4 donde: 1=circular, 2=elíptica transversal estrecha, 3= elíptica transversal mediana y 4= elíptica transversal ancha (Anexo 3). La mayoría de los cultivares presentaron la forma elíptica transversal ancha y mediana. En cambio, la forma circular y elíptica no se presentaron en este estudio (Tabla 29).

Las variedades en estudio solo presentaron dos alternativas de formas. Este factor es considerado importante e influye en el precio de venta y aceptación de los consumidores. Generalmente, la forma idónea de esta hortaliza es esférica o ligeramente aplanada, pues el agua de lluvia no queda retenida en la superficie (Jaramillo & Díaz, 2006).

Tabla 29. Forma de la pella

Forma	Porcentaje	Cultivares
Circular	0%	-
Elíptica transversal estrecha	0%	-
Elíptica transversal mediana	30,77%	EMBR258, EMBR924, Kin 257 y Roxanne
Elíptica transversal ancha	69,23%	Avenger, EMBR266, EMBR940, EMBR944, EMBR958, Haiyan, MKS-B111, MKS-B106 y MKS-B116

Fuente: Elaboración propia

3.1.10 Rendimiento

El análisis de varianza para la variable rendimiento (Tabla 30) indica que, si existen diferencias significativas (p -valor = $<0,0001$) entre los tratamientos con un CV de 16,58%. Entonces, el rendimiento del cultivo depende de los diferentes cultivares de brócoli utilizados.

Tabla 30. Análisis de varianza para la variable rendimiento

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor de F	p-valor
Bloques	6,18	2	3,09	0,44	0,6496
Cultivares	585,73	12	48,81	6,94	<0,0001
Error	168,80	24	7,03		
Total	760,71	38			

Fuente: Elaboración propia

La comparación de medias de la variable rendimiento, por Tukey (5%) entre los cultivares, generó tres rangos estadísticamente similares (Tabla 31). El cultivar Avenger se ubica en primer lugar con una media de 27,32 Tn/ha, mientras que el cultivar EMBR258 con una media de 10,88 Tn/ha presentó el menor rendimiento. Las producciones de brócoli varían según como se trate el cultivo, condiciones climáticas y variedad utilizada. Luna (2018) señala que los rendimientos normales se hallan entre 15.000 Kg/ha (15 Tn/ha) y 25.000 Kg/ha (25 Tn/ha). En el presente estudio los rendimientos de la mitad de las variedades usadas se encuentran dentro de este rango, donde la variedad las variedades EMBR940 y MKS-B106 tienen los valores más altos. Esto indica que estas variedades tienen un mayor número de plantas y pellas comerciales por hectárea.

Tabla 31. Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento

Variedades	Medias	Tukey
Avenger	27,32	A
EMBR940	18,82	B
MKS-B106	18,59	B C
EMBR958	16,72	B C
MKS-B116	15,39	B C
EMBR924	15,31	B C
MKS-B111	15,12	B C
Roxanne	14,84	B C
Kin 257	14,57	B C
Haiyan	14,48	B C
EMBR266	13,25	B C
EMBR944	12,70	B C
EMBR258	10,88	C

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se evaluó la capacidad adaptativa de trece cultivares de Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.) en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, en donde la mayoría de cultivares se adaptaron, de acuerdo al análisis estadístico.

Se analizaron varias características agronómicas de trece cultivares de brócoli dando como resultado:

- Que los cultivares que obtuvieron mayor prendimiento fueron los cultivares EMBR924 y MKS-B106 con un porcentaje parejo del 84,17%, mientras que la variedad con menor porcentaje de prendimiento fue la variedad Kin 257 con un 70,00%.
- Para el parámetro de altura se estableció que los cultivares EMBR924, Haiyan, EMBR940 y EMBR266 son aquellas que mayor altura con medias de 21,50; 21,00; 21,00 y 20,47 cm a los 30 días. Mientras que las variedades EMBR944 y Kin 257 no son apropiadas al obtenerse medias de 15,57 y 15,47 cm respectivamente. A los 60 días de cultivo se determina que la variedad MKS-B106 es la que mayor altura alcanza con una media de 57,39 cm, mientras que la EMBR944 es la que peores resultados ofreció en este parámetro. Para la altura de la planta a los días de la cosecha el mejor cultivar fue Avenger con una media de 75,41 cm.
- De acuerdo con las características de la pella observadas, que incluyen su diámetro, compactación, peso, forma y color se observa que siguiendo dichos criterios los cultivares con las pellas de mejor apariencia fue Avenger y EMBR940 pues está presenta un diámetro medio de 18,67 cm, compacto, con un peso medio de 658,67 g, forma elíptica transversal ancha y color verde azulado.

De igual manera se determinó el rendimiento de los cultivos, demostrando que los cultivares Avenger y EMBR940 son aquellos que presentaron mayor rendimiento con valores de 27,32 y 18,82 Tn/ha respectivamente. Por lo tanto, estos cultivares son los que mejor se adaptan a procesos productivos en la locación del cantón Pujilí.

En conclusión, se determina que los cultivares con mayor productividad para el sector del cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi es Avenger y EMBR40. Esto se debe a que además de presentar el mayor rendimiento de los trece cultivares analizados, presentó características de pella de mejor apariencia para ser aprobada comercialmente.

4.2 Recomendaciones

Durante el proceso de desarrollo de las plántulas se observó que factores como la humedad de la tierra, soltura de esta y la temperatura produce mejores tasas de prendimiento por lo que se recomienda controlar dichos factores, especialmente la humedad, pudiéndose realizar un estudio independiente para analizar la combinación óptima de humedad y oxigenación al momento del trasplante.

En la presente investigación no se pudo observar la presencia de plagas, siendo necesario realizar nuevos ensayos en diferentes sectores de la provincia de Cotopaxi, así como también para verificar si los cultivares presentan las mismas características.

Se recomienda evaluar nuevamente el cultivar EMBR940 con un plan diferente de fertilización, con la finalidad de extender la información acerca de este, en caso de considerarse su producción y distribución en el cantón Pujilí.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J., Martínez, B., Cerdá, A., Ferrández, B., & Núñez, E. (2018). *Alimentos de la región de murcia: brócoli*. [E-book] (pp. 8-10). España. Retrieved from <https://n9.cl/nyoj>
- Álvaro, G. (2019). El potasio y su importancia en el crecimiento vegetal. Recuperado el 25 de junio de 2022, de <https://www.fertibox.net/single-post/potasio-agricultura>
- Angelfire. (2005). *Cultivo de Brócoli*. Angelfire. <https://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/brocoli.htm#inicio>
- Arellano, J. (2020). *Evaluación del desarrollo morfológico de diferentes variedades de brocoli (Brassica oleracea var. Itálica) bajo un sistema hidropónico nft*. [Ebook] (p. 12). Guayaquil. Recuperado de <https://n9.cl/ew0t5>
- Arteaga, M. (2011). *Aclimatación de 12 híbridos de brócoli (Brassica oleracea. L. Var. Itálica) en el Cantón Riobamba Provincia de Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Avendaño Ruíz, B., & Schewentesius Rindermann, R. (2009). Factores de competitividad en la producción y exportación de hortalizas: el caso del valle de Mexicalli, B.C., México. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana De Economía*, 36(140). <https://n9.cl/i7bay>
- Benavides, S. (2013). *Estudio comparativo de Adaptabilidad de cinco híbridos y una variedad en la producción del cultivo de brócoli (Brassica oleracea L.) bajo condiciones agroecológicas del Distrito de Lamas*. Universidad Nacional de San Martín.
- Bustos, M. (2006). *Manual técnico Agropecuario. Tecnología apropiada de producción*. Gráficas Ulloa.
- Cajal, A. (2020). Prueba de Tukey: en qué consiste, caso de ejemplo, ejercicio resuelto. Lifeder. Recuperado de <https://n9.cl/a2sq6>

- Calvo, A. (2019). Arados agrícolas [Blog]. Obtenido de <https://n9.cl/kkf9d>
- Cisneros, Y. D., & Rocha, J. E. (2019). La producción de brócoli en la actividad agroindustrial en México y su competitividad en el mercado internacional. *Acta Universitaria* 29, e2156. doi. <http://doi.org/10.15174.au.2019.2156>
- Contreras, S. (2018). *Estudio comparativo en crecimiento de cuatro cultivares de brócoli (brassica oleracea) conducidos en tezontle rojo a través de alturas, área foliar y parámetros productivos en invernadero* [Ebook] (pp. 37-39). Puebla. Obtenido de <https://n9.cl/qf9n8>
- Corrales, P. (2017). *Programación de riego para los híbridos domador y avenger de brócoli. (Brassica oleracea var. Itálica)* [Ebook] (p. 37). Cevallos.
- Cucul Caal, L. (2016). *Investigación - Control de malezas dentro del período crítico de interferencia en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. Itálica)* [Ebook]. Guatemala.
- Díaz, S. (2019). Brócoli: Cultivo y Manejo del Brócoli en el huerto paso a paso. Retrieved 25 June 2022, from <https://www.agrohuerto.com/brocoli-cultivo-y-manejo-en-el-huerto/>
- Fierro, D. (2013). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de brócoli (Brassica oleracea var. italica) híbrido Avenger para mercado de exportación en Cunchibamba, provincia de Tungurahua*. Universidad San Francisco de Quito.
- Gavilanes, E. (2015). *Evaluación de la Aclimatación y rendimiento de 8 cultivares de brócoli (Brassica oleracea L. Var. Itálica), a campo abierto, en la comunidad la Josefina, cantón Guano, Provincia de Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Hernández, D. E. (2013). Efectividad biológica de entomopatógenos para control de plagas de brócoli en Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí.
- Huertos, G. (2011). *“Manual de procedimientos para calidad del brócoli para agroindustria.”*

- Ilbay, J. (2009). *Estudio bioagronómico de 16 cultivares de coliflor (Brassica oleracea L. Var. Botrytis)* (Vol. 53, Issue 9).
[http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/342/1/13T0635 .pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/342/1/13T0635.pdf)
- INCAP & OPS (2007). Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. Guatemala: INCAP/OPS. 2da Edición.
- Jaramillo, J., Cardona, P., Valencia, C., Franco, A., Martínez, A., Forero, C., Arguello, O., & Franco, G. (2016). *Modelo tecnológico para el cultivo de brócoli Brassica oleracea L. var. Itálica, en el departamento de Antioquia*. Siembra.
- Jaramillo, J., & Díaz, C. (2006). El Cultivo de las Crucíferas. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*, 1–176.
- Jiménez, R. (2016). *Determinación de los requerimientos hídricos del cultivo de brócoli (Brassica oleracea. L. Var. Avenger) bajo condiciones edafoclimáticas del cantón riobamba provincia de Chimborazo*. [Ebook] (p. 124). Riobamba. Obtenido de <https://n9.cl/2uigo>
- Lasso, A., Álvarez, M., & Ruiz, H. (2013). Aplicación de S y Mg en brócoli (*Brassica oleracea var. Itálica*) EN DOS ÓRDENES DE SUELO ANDISOL. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 5-7. Obtenido de <https://n9.cl/cnmlly>
- Limongelli, J. (2009). *El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial* (Primera). Hemisferio Sur.
- Luna, E. (2018). Evaluación de dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea*) bajo tres densidades de plantación en ambiente atemperado en la Estación Experimental de Cota-Cota. *Ciencia Agro*, 8, 22–31.
- Matey, P. (2020). La ciencia descubre un nuevo beneficio del brócoli. *Alimento* _ Obtenido de <https://n9.cl/faqi2>
- Mena, M. (2014). Evaluación de la producción orgánica de brócoli (*brassica oleracea var. Italica*) híbrido legacy, aplicando dos fuentes de microorganismos (*azotobacter chroococcum* y *bacillus subtilis*) y tres dosis de abonos orgánicos que activen la solubilidad del fósforo inactivo del suelo en belisario Quevedo - Cotopaxi [Ebook] (pp. 30-33). Quevedo-Cotopaxi.

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), (2013). Boletín situacional. Coordinación General del Sistema de Información Nacional. Quito, Ecuador.
- Pantone. (2017). *Características y beneficios de Pantone Connect*. Pantone EMEA. Recuperado el 9 de septiembre de 2022, de <https://www.pantone.com/eu/es/connect>
- Pérez, M., García, R., Pérez, M. & Navarro, H. (2014). *Sistema de producción y parámetros de calidad agroquímicos del brócoli en Mixquic, DF*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5 (8), 1459-1468. Recuperado el 27 de abril de 2022, de <https://n9.cl/a6xbg>
- Risco, A., Gutiérrez A., & Buenaño Sánchez, Marcia Eduvijes. (2016). *Crecimiento, producción y calidad en brócoli cultivado bajo diferentes dosis de abono nitrogenado*. *Investigación Agraria*, 18(1), 44-49. <https://n9.cl/mhfn7>
- Rocha, J. & Cisneros YD. (2019). La producción de brócoli en la actividad agroindustrial en México y su competitividad en el mercado internacional. *Acta universitaria*, 29, e2156. Epub 11 de septiembre de 2020. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2156>
- Salazar, G. (2006). Análisis de la producción de brócoli en Pichincha y Cotopaxi para incrementar las exportaciones dirigidas al mercado japonés (tesis de grado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador.
- Santillán, J. (2021). *Comportamiento de dos Variedades de Brocoli con Diferente Distanciamiento de Siembra en el Centro Experimental "Dr. Jacobo Bucaram Ortiz"* [Ebook] (págs. 26-28). Ambato.
- Spinaci, C. (2019). Momento óptimo de trasplante en plantines de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck).
- Torres, M. (2018). *Comportamiento agronómico de dos variedades de Brócoli (Brassica oleracea) sometidas a cuatro densidades de siembra en la parroquia*

“Chanduy”, provincia de Santa Elena [Universidad Técnica De Babahoyo].
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5200>

UPOV. (2018). *Brócoli: Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad*, pdf.

Vallejo, Z. (2013). *Evaluación de siete variedades de brócoli (Brassica oleracea var. Itálica) en dos localidades de pichincha* [Ebook] (pág. 15). Quito. Obtenido de <https://n9.cl/o3d4w>

Vázquez, C., Mejía, B., Robles, M., & Ramírez, C. (2020). Impacto de las tecnologías de procesamiento del brócoli sobre compuestos fitoquímicos relevantes en salud humana: una revisión. *Revista Iberoamericana De Tecnología Postcosecha*, 21(2), 4-16. Retrieved from <https://n9.cl/59lxd>

Vélez, M., & Germán, A. (2014). *EL fósforo elemento indispensable para la vida vegetal*. Pereira.

Yepes, V. (2014). Diseño de experimentos por bloques completos al azar. Retrieved 16 June 2022, from <https://n9.cl/x113ht>

Yumbra, M. (2015). *Debate Agrario-Rural* [Ebook] (pp. 2-6). Cotopaxi. Retrieved from <https://n9.cl/ij3u4>

Zamora, E. (2016). El cultivo del brócoli. *Serie guías–producción de hortalizas. Universidad de Sonora*. Recuperado de <http://dagus.uson.mx/Zamora/BROCOLIDAG-HORT-010>. pdf.

ANEXOS

Anexo 1

Información de la muestra del análisis de suelo

INFORMACION DE LA MUESTRA						
Tipo de Muestra:	suelo	Fecha de ensayo:	del 7 de marzo al 24 de marzo			
Fecha de toma de muestra:	7/3/2022	Dirección de la muestra:	Panecillo/yanayacu/Quero			
Fecha de recepción en:	7/3/2022	ID. Lab	14,12022			
Cultivo anterior:		Cultivo actual:	maíz			
Observaciones:	Muestra tomada por el cliente					
RESULTADOS						
Id. Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	maíz	Técnica analítica
maíz	K	Ac.Am	1,3	meq/100g	alto	A.atómica
	Ca	Ac.Am	12,6	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	3,4	meq/100g	alto	A.atómica
	Cu	Olsen mod.	2,0	ppm	medio	A.atómica
	Mn	Olsen mod.	3,0	ppm	bajo	A.atómica
	Zn	Olsen mod.	2,0	ppm	bajo	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,8		Ligeram. Alcalino	Potenciometrico
	M.O.	W-B	2,5	%	bajo	Gravimetrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,236	umhos/cm	No salino	Conductimetrico
	NT asimilable	kjeldahl	21,0	ppm	bajo	Volumentrica
	P	Olsen mod.	23,0	ppm	alto	Colorimetrico
	Textura	clase textural	franco arenoso	arena %	70	bouyoucus
				limo %	28	
				arcilla %	2	
	B	Fos-Ca		ppm		Colorimétrico
	Cl	H2O 1:1		ppm		
	S	Fos-Ca		ppm		Turbidimétrico
	N-NH4	Olsen/azul indofenol		ppm		Colorimétrico
	Ca/Mg	calculo	3,7	meq/100g	Optimo	N/A
	Mg/K	calculo	2,6	meq/100g	Optimo	N/A
(Ca+Mg)/K	calculo	12,3	meq/100g	Optimo	N/A	
Sat. De bases	Cálculo					

Anexo 2

Compactación de la pella



3
poco prominentes



5
moderadamente prominentes

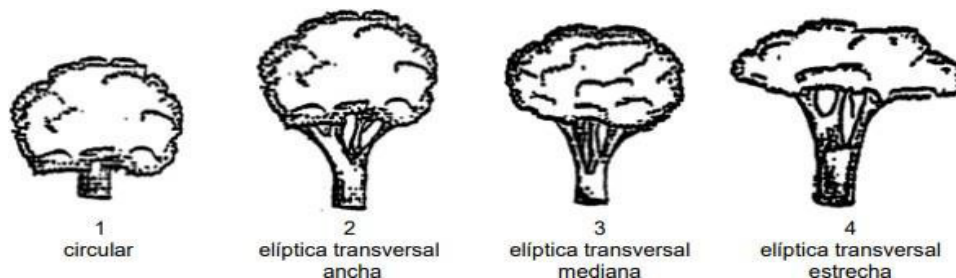


7
muy prominentes

Fuente: UPOV (2018)

Anexo 3

Cabeza forma en sección longitudinal



Fuente: UPOV (2018)

Anexo 4

Tabla de color de Pantone Chart

PMS Pantone 332	PMS Pantone 333	PMS Green	PMS Pantone 334	PMS Pantone 335	PMS Pantone 336	PMS Pantone 337	PMS Pantone 338	PMS Pantone 339
PMS Pantone 340	PMS Pantone 341	PMS Pantone 342	PMS Pantone 343	PMS Pantone 3375	PMS Pantone 3385	PMS Pantone 3395	PMS Pantone 3405	PMS Pantone 3415
PMS Pantone 3425	PMS Pantone 3435	PMS Pantone 344	PMS Pantone 345	PMS Pantone 346	PMS Pantone 347	PMS Pantone 348	PMS Pantone 349	PMS Pantone 350
PMS Pantone 351	PMS Pantone 352	PMS Pantone 353	PMS Pantone 354	PMS Pantone 355	PMS Pantone 356	PMS Pantone 357	PMS Pantone 358	PMS Pantone 359
PMS Pantone 360	PMS Pantone 361	PMS Pantone 362	PMS Pantone 363	PMS Pantone 364	PMS Pantone 365	PMS Pantone 366	PMS Pantone 367	PMS Pantone 368

Fuente: Pantone, (2017)

Anexo 5

Cultivar Avenger



Anexo 6

Cultivar EMBR258



Anexo 7

Cultivar EMBR266



Anexo 8

Cultivar EMBR924



Anexo9

Cultivar EMBR940



Anexo 10

Cultivar EMBR944



Anexo 11

Cultivar EMBR958



Anexo 12

Cultivar Haiyan



Anexo 13

Cultivar Kin 257



Anexo 14

Cultivar: MKS.B106



Anexo 15

Cultivar MKS-111



Anexo 16

Cultivar MKS-B116



Anexo 17

Cultivar Roxanne



Anexo 18

Preparación del terreno: arado, rastrado y surcado



Anexo 19

Deshierbe a los 18 días después del trasplante



Anexo 20

Medición del pH y Conductividad eléctrica a los 30 días después del trasplante



Anexo 21

Etiquetado de los tratamientos



Anexo 22

Riego por aspersión y control de malezas a los 53 días después del trasplante



Anexo 23

Aplicación de fertilizante



Anexo 24

Cultivo a los 80 días después del trasplante



Anexo 25

Medición de la altura de las plantas de los diferentes tratamientos con la ayuda de un flexómetro



Anexo 26

Recolección de cinco pellas del tratamiento EMBR944 para la evaluación de las diferentes variables



Anexo 27

Evaluación de las variables: peso, color, forma, compactación



Anexo 28

Análisis de varianza para la variable porcentaje de prendimiento

PRENDIMIENTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PRENDIMIENTO	39	0,57	0,32	5,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	700,00	14	50,00	2,28	0,0370
BLOQUES	93,59	2	46,79	2,13	0,1407
CULTIVARES	606,41	12	50,53	2,30	0,0398
Error	527,24	24	21,97		
Total	1227,24	38			

Anexo 29

Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 30 días después del trasplante

ALTURA A LOS 30 DÍAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA A LOS 30 DÍAS	39	0,73	0,58	8,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	153,52	14	10,97	4,74	0,0004
BLOQUES	2,57	2	1,28	0,55	0,5814
CULTIVARES	150,96	12	12,58	5,44	0,0002
Error	55,51	24	2,31		
Total	209,03	38			

Anexo 30

Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 60 días después del trasplante

ALTURA A LOS 60 DÍAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA A LOS 60 DÍAS	39	0,96	0,94	7,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6140,03	14	438,57	42,38	<0,0001
BLOQUES	117,98	2	58,99	5,70	0,0094
CULTIVARES	6022,05	12	501,84	48,50	<0,0001
Error	248,34	24	10,35		
Total	6388,37	38			

Anexo 31

Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los días de cosecha después del trasplante

ALTURA A LA COSECHA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA A LA COSECHA	39	0,80	0,69	7,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2375,43	14	169,67	6,92	<0,0001
BLOQUES	30,62	2	15,31	0,62	0,5440
CULTIVARES	2344,81	12	195,40	7,97	<0,0001
Error	588,28	24	24,51		
Total	2963,72	38			

Anexo 32

Análisis de varianza para la variable días a la cosecha

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DÍAS A LA COSECHA	39	0,86	0,79	1,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	344,46	14	24,60	10,96	<0,0001
BLOQUES	3,44	2	1,72	0,76	0,4764
CULTIVARES	341,03	12	28,42	12,65	<0,0001
Error	53,90	24	2,25		
Total	398,36	38			

Anexo 33

Análisis de varianza para la variable diámetro de la pella

DIÁMETRO DE LA PELLA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIÁMETRO DE LA PELLA	39	0,74	0,59	3,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30,93	14	2,21	4,84	0,0004
BLOQUES	2,17	2	1,08	2,38	0,1145
CULTIVARES	28,76	12	2,40	5,25	0,0003
Error	10,95	24	0,46		
Total	41,88	38			

Anexo 34

Análisis de varianza para la variable peso de la pella

PESO DE LA PELLA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO DE LA PELLA	39	0,77	0,64	16,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	694579,36	14	49612,81	5,81	0,0001
BLOQUES	8325,11	2	4162,55	0,49	0,6203
CULTIVARES	686254,25	12	57187,85	6,69	<0,0001
Error	205025,69	24	8542,74		
Total	899605,05	38			

Anexo 35

Análisis de varianza para la variable rendimiento

RENDIMIENTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO	39	0,78	0,65	16,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	591,91	14	42,28	6,01	0,0001
BLOQUES	6,18	2	3,09	0,44	0,6496
CULTIVARES	585,73	12	48,81	6,94	<0,0001
Error	168,80	24	7,03		
Total	760,71	38			