



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

MODALIDAD: PROYECTO DE DESARROLLO

Título: _____

Influencia fitosanitaria sobre la generación de alcaloides en cuatro genotipos de (*Lupinus mutabilis*) en la parroquia San Miguelito, cantón Píllaro, Tungurahua 2020.

Proyecto de desarrollo previo a la obtención del título de Magíster en Sanidad Vegetal

Autor:

Tacuri Ninacuri Patricia Mariela

Tutor:

Giovana Paulina Parra Gallardo Mg.

LATACUNGA –ECUADOR
2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Influencia fitosanitaria sobre la generación de alcaloides en cuatro genotipos de (*Lupinus mutabilis*) en la parroquia San Miguelito, cantón Pillaro, Tungurahua 2020.” presentado por Tacuri Ninacuri Patricia Mariela, para optar por el título magíster en Sanidad Vegetal.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, abril, 9, 2021

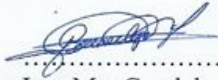
.....
Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo

CC. 1802267037

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: “Influencia fitosanitaria sobre la generación de alcaloides en cuatro genotipos de (*Lupinus mutabilis*) en la parroquia San Miguelito, cantón Pillaro, Tungurahua 2020.” ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Sanidad Vegetal; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, abril, 9, 2021



.....
Ing. Mg. Guadalupe López Castillo
CC: 1801902907
Presidente del tribunal



.....
Ing. Mg. Francisco Hernán Chancusig
CC: 0501883920
Lector 2



.....
PhD. Rafael Hernández Maqueda
1757148109
Lector 3

DEDICATORIA

A Dios quién supo guiarme por el buen camino, dándome salud, sabiduría, fuerzas y bendiciones para seguir adelante y lograr mis metas como persona y profesional

A mis padres Luis y Marina, por ser mi fortaleza e inspiración, con su gran apoyo incondicional en todos los sentidos, porque sin ustedes este trabajo no hubiera sido posible. A mis hermanas Scarlett y Erica por apoyarme incondicionalmente con su amor y cariño, a mi sobrino Arjen por ser la alegría, a mi cuñado Ronald, y a mi tía Lucrecia, gracias a cada uno de ellos porque han colaborado en este hermoso proyecto de vida. Por la confianza brindada y siempre estar presentes acompañándome en todo momento.

Patricia Tacuri

AGRADECIMIENTO

A Dios quien me ha permitido nacer en un hogar unido y lleno de amor, por encumbrar y permitirme culminar mi meta y a mis padres por su apoyo incondicional, y sobre todo por la confianza que depositaron en mí, porque fueron pilar primordial dándome muchas fuerzas.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi que me ha dado la oportunidad de formarme académicamente.

A mis profesores y compañeros, gracias por su tiempo, por su apoyo así, como la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de formación profesional. También quiero expresar mi fraterno agradecimiento a la Ing. Giovana Parra mi Directora de Proyecto, por su contribución y confianza a lo largo del presente trabajo al Ing. Marco Rivera por su apoyo y las facilidades para poder desarrollar este designio y al Dpto. de Nutrición y Calidad- INIAP, realmente agradecida a cada uno de ellos porque han colaborado en este hermoso proyecto de vida. Agradecida con todos ya que me brindaron su confianza, paciencia, motivación y el poder tener la amena amistad realmente agradecida.

Patricia Tacuri

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, abril, 9, 2021




.....
Patricia Mariela Tacuri Ninacuri
C.C. 1805419247

AVAL DEL VEEDOR

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: “Influencia fitosanitaria sobre la generación de alcaloides en cuatro genotipos de (*Lupinus mutabilis*) en la parroquia San Miguelito, cantón Pillaro, Tungurahua 2020” contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal.

Latacunga, abril, 9, 2021


.....
Ing. Mg. Guadalupe López Castillo
1801902907

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

Título: “Influencia fitosanitaria sobre la generación de alcaloides en cuatro genotipos de (*Lupinus mutabilis*) en la parroquia San Miguelito, cantón Pillaro, Tungurahua 2020”

Autor: Tacuri Ninacuri Patricia Mariela

Tutor: Parra Gallardo Giovana Paulina.Mg

RESUMEN

La presente investigación Influencia fitosanitaria sobre la generación de alcaloides en cuatro genotipos de (*Lupinus mutabilis*) en la parroquia San Miguelito, cantón Pillaro, Tungurahua 2020, teniendo como objetivos: determinar el contenido de alcaloides en los cuatro genotipos en sus cinco índices de cosecha, establecer la relación entre el contenido de alcaloides y el estado fitosanitario del cultivo, para la cual se ejecuta en dos fases: de campo y laboratorio. Se realizó un diseño DBCA con tres repeticiones, se delimitó parcelas netas para determinar la incidencia de plagas enfermedades y fisiopatías en los cinco índices de cosecha mediante un muestreo de 5 plantas de las 5 hileras centrales con un total de 25 plantas. Para la fase de laboratorio los factores evaluados fueron materiales genéticos, índices de cosecha, y estado sanitario, se realizó los análisis en el INIAP en el Departamento de Nutrición. De los indicadores utilizados se obtuvieron resultados importantes. Para el indicador incidencia de plagas se determinó que no existen diferencias significativas. Se evidencio que al ser afectado por las plagas se nota la presencia de porcentaje de alcaloide bajo, el genotipo que obtuvo un porcentaje bajo es la V4-Ecotipo local peruano, en el índice 5 (negro), y estado sanitario plagado con el 1,36 %, mientras que la V1-450 Andino, en el índice 2 (verde lima) y el estado sanitario sano obtuvo el 6,83 %. De acuerdo al Sistema de Notación Munsell en el estado sanitario con plaga presentan coloraciones amarillo verdoso para valores de <<hue>> se encuentra en el matiz 2.5GY/8, mostrando coloraciones claras, mientras que en el estado sano presentan coloraciones verde lima, para valores de <<hue>> se encuentra entre 2.5GY/10. En cuanto a la clorofila indica un bajo contenido en la V3, índice 3(amarillo lima), estado sanitario plagado con el 0,03 % y la misma variedad en el índice 1(verde), estado sanitario sano con el 0,17%. Se estableció diferencias en el contenido de, alcaloide clorofila y color en los cuatro genotipos debido al estado sanitario.

PALABRAS CLAVE: Lupinus; alcaloide; colorimetría; clorofila

**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
POSTGRADUATE OFFICE**

MASTER'S DEGREE IN PLANT HEALTH

THEME: “Phytopathological influence on alkaloids generation in four genotypes of (*Lupinus mutabilis*) at San Miguelito parish, Píllaro canton, Tungurahua 2020”

AUTHOR: Tacuri Ninacuri Patricia Mariela

TUTOR: Parra Gallardo Giovana Paulina.Mg

ABSTRACT

The present investigation Phytopathological influences on alkaloids generation in four genotypes of (*Lupinus mutabilis*) at San Miguelito parish, Píllaro canton, Tungurahua 2020, having as objectives: to determine the alkaloid content in the four genotypes in their five harvest indices, to establish the relationship between alkaloid content and phytopathological status of the crop, which it is carried out in two phases: field and laboratory. A DBCA design was carried out with three repetitions, net plots were delimited to determine the incidence of pests, diseases and pathophysiologicals in the five harvest indices through a sampling of 5 plants from 5 central rows with a total of 25 plants. For laboratory phase evaluated factors were genetic materials, harvest indices, and health status. The analyzes were carried out at INIAP in the Nutrition Department. Important results were obtained from used indicators. For pest incidence indicator, it was determined that there are no significant differences. It was evidenced that is affected by pests, the presence of a low alkaloid percentage is noted, the genotype that obtained a low percentage is V4-Peruvian Local Ecotype, at index 5 (black), and plagued sanitary status with 1, 36%, while V1-450 Andino, in index 2 (lime green) and healthy health obtained status 6.83%. According to the Munsell Notation System in the sanitary state with plague they present greenish yellow colorations for values of <<hue>> it is found in the shade 2.5GY / 8, showing light colorations, while in the healthy state they present lime green colorations. for values of <<hue>> it is between 2.5GY / 10. Regarding chlorophyll, it indicates a low content in V3, index 3 (lime yellow), sanitary status plagued with 0.03% and the same variety in index 1 (green), healthy sanitary status with 0.17%. Differences were established in chlorophyll alkaloid content and color in four genotypes due to health status.

Keywords: Lupinus; alkaloid; colorimetry; chlorophyll

Yo, Pacheco Pruna Edison Marcelo con cédula de identidad número: 0502617350 Licenciado en: Ciencias de la Educación mención inglés con número de registro de la SENESCYT: 1020-12-1169234; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: **“Influencia fitosanitaria sobre la generación de alcaloides en cuatro genotipos de (*Lupinus mutabilis*) en la parroquia San Miguelito, cantón Píllaro, Tungurahua 2020”**de: Patricia Mariela Tacuri Ninacuri, aspirante a Magister en Sanidad Vegetal



.....
Lcdo. Pacheco Edison Marcelo Mg.
C.C. 0502617350

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Pertinencia académico-científica y social.....	3
1.2 Justificación	4
1.3 Planteamiento del problema	4
1.4 Hipótesis	5
1.5 Objetivos de la investigación.....	6
1.5.1 Objetivo General.....	6
1.5.2 Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEORICA	7
2.1 Chocho.....	7
2.2 Descripción de los genotipos	8
2.2.4 Características de los cuatro genotipos.....	9
2.3 Factores biofísicos	9
2.4 Manejo de cultivo	10
2.4.1 Siembra	10
2.5 Principales plagas	11
2.6 Cosecha.....	11
2.7 Índices de cosecha	12
2.8 Alcaloide.....	12
2.9 Sistema de notación Color Munsell... ..	14
2.10 Clorofila.....	15
2.10.1 Importancia de la clorofila para las plantas	15
2.10.2 Índice de contenido de clorofila (ICC)	15
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	17
3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	17
3.1.1 Modalidad de la investigación	17
3.2 Tipos de investigación	17
3.2.1 Descriptiva	17
3.2.2 Cuantitativo.....	17
3.3 Técnica e instrumentos para la recolección de datos.....	17
3.4 Materiales y recursos	18
3.5 Lugar de la investigación	19
3.6 Diseño experimental	20
3.7 Factores de estudio fase de campo.....	21
3.8 Factores de estudio fase de laboratorio.....	21
3.9 Índices por evaluar	22
3.10 Tratamientos en estudio.....	22
3.11 Manejo del experimento	26

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1 Incidencia de plagas enfermedades y fisiopatías	32
4.2 Indicador de color (Sistema Munsell).....	34
4.3 Determinación clorofila.....	44
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1 CONCLUSIONES	53
5.2 RECOMENDACIONES	52
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
CAPÍTULO VII. ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del chocho	8
Tabla 2. Características de los cuatro genotipos	9
Tabla 3. Datos geográficos del lugar de la investigación.....	19
Tabla 4. Tratamientos considerando los factores de estudio fase de campo.....	22
Tabla 5. Tratamientos considerando los factores de estudio fase laboratorio.....	23
Tabla 6. Esquema de ADEVA fase de campo	25
Tabla 7. Esquema de ADEVA fase laboratorio	25
Tabla 8. ADEVA, Análisis de la varianza para el indicador incidencia de plagas en los índices de cosecha.	32
Tabla 9. Comportamiento de color de los cinco índices cosecha de los cuatro genotipos	35
Tabla 10. Adeva contenido de alcaloide	36
Tabla 11. Prueba de Tukey aplicado para el factor A en la variable contenido de alcaloide	37
Tabla 12. Prueba de Tukey aplicado para el factor B en la variable contenido de alcaloide	38
Tabla 13. Prueba de Tukey aplicado para el factor C en la variable contenido de alcaloide	39
Tabla 14. Prueba Tukey índice y estado sanitario.....	40
Tabla 15. Prueba de Tukey aplicado para el factor A * B * C en la variable contenido alcaloide.....	42
Tabla 16. Adeva contenido de clorofila	44
Tabla 17. Prueba de Tukey aplicado para el factor A materiales genéticos en la variable contenido de clorofila.....	45
Tabla 18. Prueba de Tukey aplicado para el factor B índice de cosecha en la variable contenido de clorofila.....	45
Tabla 19. Prueba de Tukey aplicado para el factor C estado sanitario en la variable contenido de clorofila.....	46
Tabla 20. Prueba tukey materiales genéticos* índices de cosecha (A*B)	47
Tabla 21. Prueba tukey materiales genéticos* estado sanitario (A*C).....	48
Tabla 22. Prueba tukey índice de cosecha x estado sanitario (B*C)	49
Tabla 23. Prueba tukey materiales* índices de cosecha * estado sanitario (A*B*C)	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ubicación del ensayo	20
Gráfico 2. Diseño de parcelas	20
Gráfico 3. Porcentaje de incidencia de plagas y fisiopatías en los cuatro genotipos	32
Gráfico 4. Porcentaje de incidencia de plagas y fisiopatías en los cinco índices de cosecha	33
Gráfico 5. Porcentaje de incidencia de plagas y fisiopatías materiales genéticos * índices de cosecha	34
Gráfico 6. Contenido de alcaloide materiales genéticos	37
Gráfico 7. Contenido de alcaloide índices de cosecha	39
Gráfico 8. Contenido de alcaloide estado sanitario	40
Gráfico 9. Contenido de alcaloide índice de cosecha por estado sanitario	41
Gráfico 10. Contenido de alcaloide A * B* C	43
Gráfico 11. Porcentaje contenido de clorofila en los cuatro genotipos	45
Gráfico 12. Porcentaje contenido de clorofila índices de cosecha	46
Gráfico 13. Porcentaje contenido de clorofila estado sanitario	47
Gráfico 14. Porcentaje de clorofila(a) materiales genéticos* índices de cosecha (A*B)	48
Gráfico 15. Porcentaje de clorofila(a) materiales genéticos* estado sanitario (A*C)	49
Gráfico 16. Porcentaje de clorofila(a) índices de cosecha* estado sanitario (A*C)	50
Gráfico 17. Porcentaje de clorofila(a) de los materiales genéticos *índices de cosecha* estado sanitario	52

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1.Labores cutrales -preculturales.....	62
Anexo 2. Implementación diseño DBCA.....	62
Anexo 3. Siembra.....	62
Anexo 4. Muestreo en campo	63
Anexo 5. Índices de cosecha	63
Anexo 6. Procedimientos para la determinación de contenido de alcaloide.....	64
Anexo7. Procedimientos para la determinación de contenido de clorofila.....	64

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Lupinus es una leguminosa que proporciona oportunidades para que los agricultores andinos mejoren sus suelos, nutrición e ingresos. El cultivo posee valor cultural y un contenido nutricional excelente y puede desarrollarse en suelos marginales y tolerar estrés hídrico, aporta fijación de nitrógeno, reducción de plagas, agregación del suelo y prevención de la erosión (Nicklin et al. 2006). Según los resultados del III Censo Nacional Agropecuario (SICA- INEC – MAG - 2002), en Ecuador se siembran 5974 ha de chocho y se cosechan 3921 ha (Peralta I. et al. 2015). Los centros de mayor producción de chocho se localizaron en Cotopaxi (48%), Chimborazo (23%) y Pichincha (13%), en menor proporción Bolívar (8%), Imbabura (5%), Tungurahua (2%) y Carchi (1%), se estableció que la superficie sembrada de chocho fue de 4.189 ha cultivo solo y 1.754 ha cultivo asociado), con una producción total de 758 toneladas (Caicedo V. y Peralta I. 1999).

No existen cifras actualizadas sobre la producción del cultivo, sin embargo, según datos obtenidos por Food and Agriculture Organization data (FAOSTAT) hasta el 2016 reportan una superficie sembrada de 3725 (ha) para dicho año, con una producción total de alrededor de 1345 Tm, de igual forma durante el periodo 2002 al 2016 no se observa una tendencia creciente del cultivo, debido a que en ciertos años presenta un decrecimiento tanto en superficie sembrada como en producción. (Quedal 2019). Es necesario destacar que la falta de conocimiento sobre el cultivo, control de plagas y enfermedades, falta de semilla de calidad, la existencia de suelos erosionados y con poca fertilidad, la migración del agricultor a zonas urbanas y los problemas de tenencia de tierra son variables que influyen en la falta de productividad y competitividad del cultivo de chocho (Villacrés y Peralta 2000), lo cual ha generado un déficit en la producción del grano y para cubrir dicha demanda insatisfecha se requiere del producto proveniente de Perú y Bolivia

.Durante la colonización española de América Latina en el siglo XVI, muchos cultivos nativos, incluido el altramuz fueron menospreciados como comida india (Mazón et al. 2016). Las culturas indígenas de los Andes lograron conservar muchos de sus cultivos nativos y prácticas durante siglos de marginación, está permitió la preservación de parte de la diversidad genética de los altramuces. Por ejemplo, alrededor de 250 variedades locales se encuentran hoy en Ecuador (Mina et al. 2017). Sin embargo, el sistema formal de investigación ignoró estos cultivos ya que no fueron exportados y no visible para muchas élites de la sociedad andina. El consumo de altramuces siempre fue fuerte entre los segmentos de mercado más populares, que encontraron renovado interés en esta comida. Comenzó a ser preenvasado y vendidos en supermercados de alta gama a principios de la década de 1990 (Nicklin et al. 2006). Desde el punto de vista de un agricultor, se convirtió en un importante fuente de ingresos para las comunidades y un detonante para la economía (Mazón et al. 2016).

INIAP investigó sobre el lupino a mediados de la década del setenta cuando se llevó a cabo una primera recolección y evaluación de las variedades locales. El primer paso fue la recolección de semillas que tenía el objetivo de guardar y conservar la agrobiodiversidad y evitar la erosión genética de los cultivos nativos y sus especies silvestres relacionadas (Gutierrez et al. 2016).

El contenido de alcaloides demanda complicado proceso de agro industrialización para consumo humano. Es necesario estudiar las reacciones fisiológicas del cultivo y establecer las condiciones e índices de cosecha para facilitar el procesamiento y procurar mayor rentabilidad.

El aprovechamiento del tarwi en el mundo se ha limitado por la presencia de sustancias tóxicas, debido principalmente a que las semillas poseen en su estructura alcaloides quinolizidínicos, que le confieren cierto grado de toxicidad y un sabor fuertemente amargo. Estas sustancias protegen a la planta en el medio e impiden que la semilla sin tratamiento pueda ser aprovechada para consumo. El tarwi contiene más de 70 tipos de alcaloides, entre los que destacan los grupos de la lupanina y esparteína (Gutierrez et al. 2016).

Las investigaciones se han concentrado en la proliferación de alcaloides, esencialmente con un enfoque agronómico y en segundo plano con enfoque industrial. A través del primer enfoque se han desarrollado, entre otros, especies como el lupino blanco (*L. albus*). En el caso del *L. mutabilis*, el mejoramiento agrícola no ha tenido grandes repercusiones ya que esto ha provocado la pérdida de sus características de resistencia. Actualmente el lupino andino se detoxifica mediante sucesivos lavados con agua que eliminan estas sustancias hasta niveles que permiten su consumo (Gutierrez et al. 2016).

Entre los diferentes problemas está el desconocimiento de los agricultores referente a los índices de cosecha de esta leguminosa por ende en la cosecha normal hay pérdidas de este grano, por su alta toxicidad de alcaloide -(sabor amargo) los pequeños agricultores, realizan en forma artesanal el desaguado de grano, en ríos y sequias, lo que contamina a este producto y baja la calidad de alimentación por lo cual es necesario investigar el % p/p de alcaloide de los cuatro genotipos que serían una alternativa para los agricultores, reducir las pérdidas y minimizar la contaminación al medio ambiente, además del costo de producción.

1.1 Pertinencia académico-científica y social

El presente trabajo de Titulación de Posgrado de la Maestría en Sanidad Vegetal, de acuerdo al reglamento del artículo 21, este proyecto de desarrollo corresponde a la línea de investigación: Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local. Sublínea Producción agrícola sostenible.

Este proyecto es pertinente para su desarrollo se encuentra vinculado en el Proyecto de Manejo de Cosecha y Poscosecha y el proyecto de Granos Andinos. Busca transmitir sus conocimientos para hacer uso sustentable de los recursos naturales y optimizar el rendimiento y consumo de las cosechas, esta investigación beneficiará, con la información generada, a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Agronomía, Agroindustrial en la enseñanza formativa y a

los productores del cultivo de chocho en el cual como novedad científica es conocer el % de alcaloide de los cuatro genotipos en el cual beneficie en la producción artesanal e industria q otorga valor agregado al chocho.

1.2 Justificación

El *Lupinus* es uno de los cultivos de gran valor alimenticio y nutricional, debido a su adaptabilidad agronómica, la importancia económica, social, y agroindustrial. Esta leguminosa en los países andinos se consume en los sectores rurales y urbanos ya que es un alimento clave para la seguridad y soberanía alimentaria del país, la región y del mundo. La baja producción y calidad del chocho debido a varios problemas fitosanitarios como: fito-nutrición, enfermedades radiculares, foliares y plagas, causando graves daños al cultivo de chocho por el cual se ve afectado de manera directa a los agricultores quienes producen esta leguminosa. En Ecuador, los granos andinos forman parte de los sistemas de producción, principalmente en la región Sierra, ya que son cultivadas en asociación, intercaladas, en monocultivos o en rotación con otros cultivos (Caicedo V. y Peralta I. 2001).

Esta investigación ayuda al desarrollo de la sanidad vegetal en el cual se obtendrá una base de datos, si el contenido de alcaloides, interviene en las medidas fitosanitarias en los genotipos de (*Lupinus mutabilis*), al igual los datos de los estados fitosanitarios y tablas de contenido de alcaloide del órgano vegetativo de la hoja de (*Lupinus mutabilis*), permite a los agricultores a seleccionar que genotipo producir, ya que refleja el % de incidencia de plagas en sus cinco índices de cosecha y el contenido de alcaloide. Al comportamiento de 4 materiales de *Lupinus* potenciales para producción en diferentes nichos ecológicos. También con el propósito de producir productos biorracionales para control sanitario de *Lupinus* y otras especies.

1.3 Planteamiento del problema

Actualmente es notorio el problema de los rendimientos agrícolas a causa de las plagas bajan el valor de la cosecha e incrementa los costos de producción. La

incidencia de plagas en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis*) ha afectado directamente a los agricultores, quienes producen esta leguminosa. Debido a esta problemática los agricultores han optado por utilizar insecticidas químicos en mucho de los casos sin saber el riesgo de contaminación. Es necesario estudiar las reacciones fisiológicas del cultivo en sus índices de cosecha, para determinar si el estado sanitario influye en la presencia o no en la generación de alcaloides. Las plantas sintetizan metabolitos secundarios que se pueden aislar y usar en la agricultura como una alternativa para el control de plagas y enfermedades (Zamora-Natera et al. 2009)

En el cultivo de chocho existen compuestos de origen vegetal que han sido poco estudiados por su actividad fungicida o fungistática, como es el caso de los alcaloides, los cuales pertenecen a uno de los grupos de metabolitos secundarios más diversos que se encuentran en los organismos vivos. (Wink 2003).

Los alcaloides en el género *Lupinus* representan un importante sistema químico de defensa contra microorganismos fitopatógenos (virus, bacterias, hongos), animales herbívoros (nematodos, insectos, vertebrados) y contra otras especies de plantas que causan competencia (Roberts 1998).

1.4 Hipótesis

Hipótesis Nula = H0

El contenido de alcaloide no depende del material genético.

El contenido de alcaloide no depende del índice de cosecha.

El contenido de alcaloide no depende del estado sanitario.

Hipótesis Alternativa =H1

El contenido de alcaloide depende del material genético.

El contenido de alcaloide depende del índice de cosecha.

El contenido de alcaloide depende del estado sanitario.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo General

Determinar la influencia fitosanitaria sobre la generación de alcaloides en cuatro genotipos de *Lupinus mutabilis*.

1.5.2 Objetivos Específicos

Determinar el contenido de alcaloides en los cuatro genotipos en sus cinco índices de cosecha.

Establecer la relación entre el contenido de alcaloides y el estado fitosanitario del cultivo.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEORICA

2.1 Chocho

2.1.1 Origen y distribución.

El lupino es un cultivo importante en todo el mundo. El lupino de los Andes o “tarwi” (*Lupinus mutabilis* Sweet), originario de la zona andina de América del Sur, es el único tipo americano del género *Lupinus* domesticado y cultivado desde Colombia hasta el norte de Argentina, aunque en la actualidad solo es importante en Ecuador, Perú y Bolivia. (Jacobsen y Mujica 2008). Durante los tres siglos de dominación española y los primeros cien años de la república, hasta finales de 1980, el chocho fue objeto de prejuicios raciales y sociales. Por su origen andino y escaso uso en la comida criolla resultó un alimento desprestigiado, percibido como comida de indígenas y de pobres (Flores et al. 2017). *Lupinus mutabilis* ha recibido diferentes nombres; siendo similar al *Lupinus albus* se le conoce como altramuz, por esta denominación en España. Se le conoce también como lupini y lupino amargo. Los nombres locales son “chocho” en Colombia, Ecuador y norte de Perú; tarwi o tarhui en el idioma quechua en la parte central (Tapia 2015). Actualmente se deben considerar dos grandes grupos de especies de lupinus: los lupinus del viejo mundo (*Lupinus luteus*, *Lupinus albus*) cultivados en la zona mediterránea de España, Italia y Grecia en donde se les consume en forma de pipos, y los lupinus de América; en este contexto el lupino andino se seleccionó con fines de alimentación humana y se consume desde Colombia hasta Bolivia. (Tapia 2015).

2.1.2 Clasificación taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica del chocho

Reino	Vegetal
Nombre común:	Tarwi, lupino, chocho, taur
División	Fanerógamas
Clase	Dicotiledónea
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Tribu	Genisteas
Genero	<i>Lupinus</i>
Especie	<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>

Fuente:(Curilla y Yordan 2015)

2.2 Descripción de los genotipos

2.2.1 INIAP-450 Andino

Esta variedad fue obtenida de una población de germoplasma introducida de Perú en 1992, con la identificación de ECU-2659; se ha evaluado en varios ambientes. Las características morfológicas son: Tipo de crecimiento herbáceo; Color de planta verde intenso; Forma de hojas digitadas; Color de hojas verde; Días a la floración en el eje central 76 a 125; Días al envainamiento 100 a 132; Días a la cosecha 167 a 225; Rendimiento 0,33 a 1,3 t/ha; Ligeramente tolerante a plagas, enfermedades y heladas; Tolerante al volcamiento y granizadas. Las características de calidad son: Color de grano crema; Forma de grano redondo; Tamaño de grano 8 mm; Alcaloides 3,92 por ciento de Lupanina (Caicedo V. 2016).

2.2.2 INIAP 451 Guaranguito

La nueva variedad de chocho INIAP 451 Guaranguito, proviene de la línea ECU-2658-2 que fue una selección de la línea ECU 2658 proveniente del Perú (1992). En el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos del INIAP se codificó

como ECU 17731. Sus características agronómicas: Días de la floración a los 80 días; Días a la cosecha en seco 171. Tiene tolerancia a enfermedades foliares, calidad del grano en cuanto a tamaño mediano a grande y color blanco en seco y crema en grano cocinado, de ciclo intermedio de cultivo, y aceptación en el mercado local y nacional (Peralta I. et al. 2010).

2.2.3 Ecotipos de chocho

“El Ecotipo es un conjunto de individuos en el ámbito de una especie usualmente reproducidos mediante una semilla que se ha adaptado genéticamente a un territorio específico, regularmente de extensión limitada” (Milano et al.,2014). “Los principales ecotipos de chocho presentan la variabilidad en el período vegetativo, contenido de alcaloides, tolerancia a enfermedades, rendimiento y valor nutritivo” (Mayhua Matamoros y Palacios Beraún 2012).

2.2.4 Características de los cuatro genotipos

Tabla 2. Características de los cuatro genotipos

Características de los cuatro genotipos				
Características	450 -Andino	451 -Guaranguito	Ecotipos local	Ecotipo peruano
Hábito de crecimiento	Herbáceo	Erecto	Herbáceo basal erecto	Herbáceo basal erecto
Días de floración	76 a 125	80	100	160
Días de cosecha	140 a 170	170 a 186	270	270
Color del grano	Blanco - Crema	Blanco	Blanco	Blanco
Tamaño del grano	Grande	Mediano a grande	Pequeño	Pequeño
Forma del grano	redondo	Ovalado aplanado	Ovalado aplanado	Ovalado
Altitud óptima msnm	2600 a 3400	2200 a 3600	2620 a 3600	2100 a 3400
Fuentes:	(Caicedo V. 2016)	(Peralta I. et al. 2010)	(Almeida y Mora 2015)	

Elaborado: Patricia Tacuri (2020)

2.3 Factores biofísicos

2.3.1 Temperatura

El chocho se cultiva en áreas moderadamente frías (7° -14° C). Durante la formación de granos y después de la primera y segunda floración, el chocho es

tolerante a las heladas, pero es muy susceptible durante la fase de formación del eje floral (Mazón et al., 2009).

2.3.2 Precipitación

Tolera los períodos de sequía prolongados. Su requerimiento se sitúa entre 350 - 800 mm, siendo cultivado exclusivamente en condiciones de secano; es susceptible al exceso de humedad y moderadamente susceptible a la sequía durante la floración y envainado (Mazón et al., 2009).

2.3.3 Luminosidad

Es una planta que requiere entre 6 a 7 horas/sol/día, necesarias para un normal proceso evolutivo (Mazón et al., 2009).

2.3.4 Altitud

Puede crecer en zonas desde los 2.800 hasta los 3.600 msnm (Mazón et al., 2009).

2.3.5 Suelos

El chocho (*Lupinus mutabilis*), es propio de suelos pobres y marginales, pero los rendimientos dependen de la calidad del suelo. El chocho, se desarrolla mejor, en suelos francos a francos arenosos, con un pH de 5.5 a 7.00 (Peralta et al., 2013).

2.4 Manejo de cultivo

2.4.1 Siembra

Para su siembra se debe preparar el suelo (arada rastrada y surcada), distancia entre surcos de 70 a 80 cm y entre plantas de 30 cm, se colocan de 3 semillas por golpe (50 – 80 kg/ha-1), la semilla se desinfecta Carboxín + Captan y Benomil, para garantizar el establecimiento de un buen cultivo, se recomienda el uso de semilla certificada o seleccionada de buena calidad (Basantes 2015).

2.4.2 Combate de Malezas

Se recomienda realizar una primera deshierba o rascadillo entre los 30 y 45 días después de la siembra y luego un aporque a los 60 días; el mismo que sirve como segunda deshierba. Estas labores son de mucha importancia ya que dan aireación a las raíces de la planta y favorecen el crecimiento (Caicedo & Peralta, 2001).

2.4.3 Fertilización

Si no se dispone de análisis de suelo y su recomendación, de manera general se

recomienda de 30 a 60 kg de fósforo por hectárea a la siembra. En cuanto a la fertilización el tarwi no requiere mayores niveles de nitrógeno, en cambio es necesario fertilizar con fósforo y potasio. Algunos especialistas recomiendan fertilización química con un nivel de 00 - 60 – 60 (Caicedo V. y Peralta I. 2001).

2.4.4 Control cultural

Es recomendable realizar una primera deshierba entre 30 y 40 días después de la siembra y luego continuar con la segunda a los 60 días esta labor es de mucha importancia para la aireación y crecimiento de las raíces (Caicedo V. y Peralta I. 2001).

2.5 Principales plagas

Según las Normas Internacionales Para Medidas Fitosanitarias (NIMF), la plaga es cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales (FAO 2018).

Una entomofauna diversa y abundante está asociada con los campos de lupino andino con al menos cinco órdenes de insectos (Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Hemiptera y Thysanoptera) reconocidos como plagas potenciales para este cultivo (Mamani et al., 2015). Se han identificado 13 familias de coleópteros, con más de 20 especies, dentro de las cuales existen por lo menos 4 familias que se encuentran atacando al chocho; dichas familias son: Curculionidae (larvas barrenan base tallo en etapa vegetativa), Elateridae (sus larvas son conocidas como "gusano alambre" se alimentan de las raíces del chocho) Melyridae (adultos se alimentan del polen de las flores) y Tenebrionidae (adultos se alimentan de hojas cotiledonarias y primeras hojas verdaderas en etapa germinativa) (Mamani et al., 2015).

2.6 Cosecha

2.6.1 Cosecha en verde

El estado de madurez fisiológica, o término de desarrollo de los granos, se alcanza cuando éstos logran una humedad de 30%-40% como promedio. El color de los granos es verde desde el comienzo de su crecimiento, hasta que alcanzan una humedad levemente superior o muy cercana al 30% de ahí en adelante los granos van sucesivamente adquiriendo el o los colores característicos de cada cultivar,

para lograr su coloración definitiva al estado de madurez fisiológica (Kay 1959).

2.6.2 Cosecha en seco

Se determina cuando las hojas se amarillan y la planta se defolia, el tallo se lignifica, las vainas se secan y los granos presentan tal consistencia que resisten la presión de las uñas. En un campo de cultivo se puede realizar hasta dos cosechas: la primera cosecha se realiza cuando los ejes centrales estén secos, cuyos granos deberían ser utilizados como semilla ya que son de mayor tamaño y de mejor calidad, la segunda cosecha se realiza de 20 a 30 días cuando las ramas laterales estén maduras o secas en un estado de 15 a 18 % de humedad. La cosecha se realiza con hoz, cuyo conjunto de vainas son emparvadas para la trilla, que puede realizarse en forma manual o con máquinas (Caicedo, et al, 2001).

2.7 Índices de cosecha

Son los diferentes cambios físicos o químicos que sufren los productos en las plantas, una vez alcanzada la madurez fisiológica para realizar cosecha. Los índices de cosecha son: físicos y químicos (Pino,2005). Cada rubro agrícola tiene su propio comportamiento fisiológico que determina características físicas y químicas, que van a variar de acuerdo a la especie, su naturaleza genética y las condiciones ambientales presentes. Entonces cada especie vegetal manifiesta esas características particulares propias de ella, que es lo que nos indica que ya puede ser cosechada, uno de los índices de cosecha más importante son las propiedades de textura y firmeza

2.8 Alcaloide

Se considera como alcaloide a “un compuesto orgánico de origen natural (generalmente vegetal), nitrogenado (generalmente se encuentra intracíclico), derivados generalmente de aminoácidos, de carácter más o menos básico, de distribución restringida, con propiedades farmacológicas importantes a dosis bajas y que responden a reacciones comunes de precipitación” (Rodriguez 2010). Los alcaloides quinolizidínicos son un grupo importante de compuestos naturales en el

género *Lupinus* (Fabaceae). Estos metabolitos secundarios son un mecanismo de defensa contra microorganismos fitopatógenos, herbívoros y contra otras especies de plantas que causan competencia (Zamora-Natera et al. 2008)

En el género *Lupinus* los alcaloides quinolizidínicos se sintetizan en los cloroplastos de las hojas y son transportados vía floema a otros órganos de la planta para su almacenamiento en tejido epidérmico y subepidérmico de hojas tallos y principalmente semillas (Rodríguez 2010). Los metabolitos secundarios, en particular los alcaloides, fenoles, flavonoides y taninos, son compuestos químicos que no actúan en el metabolismo primario de las plantas, pero intervienen en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente. Se sintetizan cuando las plantas están en condiciones adversas, entre ellas, el ataque por herbívoros, microorganismos y la presencia de diferentes especies que compiten por luz, agua y nutriente. Además, tienen importancia por sus propiedades curativas y nutraceuticas (Cabrera-Carrión et al. 2017).

En la biosfera existen compuestos de origen vegetal que han sido poco estudiados por su actividad fungicida o fungistática, como es el caso de los alcaloides, los cuales pertenecen a uno de los grupos de metabolitos secundarios más diversos que se encuentran en los organismos vivos. Particularmente los alcaloides quinolizidínicos que se caracterizan por presentar un núcleo base quinolizidínico y constituyen un grupo importante de compuestos naturales en la familia Fabaceae, especialmente en los géneros: *Lupinus*, *Baptista*, *Thermopsis*, *Genista*, *Cytisus*, *Chamaecytisus*, *Laburnum* y *Calia* (Wink 2003)

En la biosfera existen compuestos de origen vegetal que han sido poco estudiados por su actividad fungicida o fungistática, como es el caso de los alcaloides, los cuales pertenecen a uno de los grupos de metabolitos secundarios más diversos que se encuentran en los organismos vivos. Particularmente los alcaloides quinolizidínicos que se caracterizan por presentar un núcleo base quinolizidínico y constituyen un grupo importante de compuestos naturales en la familia Fabaceae, especialmente en los géneros: *Lupinus*, *Baptista*, *Thermopsis*, *Genista*, *Cytisus*, *Chamaecytisus*, *Laburnum* y *Calia* (Wink 2003). Los alcaloides se sintetizan en los cloroplastos de las hojas y son transportados vía floema a otros órganos de la planta para su almacenamiento en tejido epidérmico y subepidérmico de hojas, tallos y principalmente en sus semillas (Zamora-Natera et al. 2005).

Aunque los alcaloides son ampliamente reconocidos en el área de la medicina, en

términos de química ecológica, los alcaloides en el género *Lupinus* representan un importante sistema químico de defensa contra microorganismos fitopatógenos (virus, bacterias, hongos), animales herbívoros (nematodos, insectos, vertebrados) y contra otras especies de plantas que causan competencia.

Zamora (2009), manifiesta el procedimiento y extracción para el determinar el contenido de alcaloides en cada etapa fenológica de cada órgano de la planta en el cual esta investigación, tomaron plantas que se separaron en sus diferentes órganos, para ser deshidratados y analizar su composición y contenido de alcaloides por cromatografía de gases capilar-espectrometría de masas, se realizó en cada etapa y órganos se identificaron los alcaloides quinolizidínicos lupanina, 3-b-hidroxilupanina, afillina, epiáfillina

A pesar que los alcaloides dan el sabor amargo al chocho, tienen usos en beneficio de la agricultura y la salud; estos se emplean para controlar ectoparásitos y parásitos intestinales de los animales, además el producto líquido del desamargado se lo ha utilizado por agricultores como laxante y para el control de plagas en plantas (Gavilanes, 2003). En el campo industrial se los emplea para la elaboración de polímeros ópticamente activos, como catalizador de la polimerización del etileno, en la generación de un polímero conocido para la manufactura de bolsas de plástico, botellas, embalajes, etc. (Guerrero, 1987; Daub & Seese, 1996).

La toxicidad de estos compuestos ha sido demostrada a dosis muy altas tanto en animales como en seres humanos, con cantidades comprendidas entre 11 a 25 mg/Kg peso corporal en niños y dosis de 24 a 46 mg/Kg de peso corporal en adultos (Campana, 1988; Jarrín, 2003).

Estos compuestos tienen propiedades alcalinas debido a la presencia de nitrógeno básico formado por lo general núcleos heterocíclicos. Estos en forma libre son insolubles en agua, poco solubles en alcohol y solubles en éter y cloroformo, la mayoría posee oxígeno en su estructura y son sólidos no volátiles, sin embargo, no todos son sólidos debido a que no poseen oxígeno como la esparteína, siendo esta líquida a temperatura ambiente (Arias, 1985; Jarrín, 2003).

2.9 Sistema de notación Color Munsell

Las tablas de color para plantas brindan a científicos, estudiantes y productores la información necesaria para solucionar cuestiones relacionadas con la taxonomía, la genética, la fisiología, la patología y la nutrición vegetal (Domínguez Soto et al. 2012).

2.10 Clorofila

Se trata de un pigmento verde que se encuentra presente en todos aquellos organismos que contienen cloroplastos en sus células como son las plantas y protistas, algunas algas y cianobacterias (Fertibox 2019).

Las clorofilas son una familia de pigmentos de color verde que se encuentran en las cianobacterias y en todos aquellos organismos que contienen cloroplastos en sus células (plantas y protistas), es crítica en la fotosíntesis, proceso que permite a los organismos absorber energía a partir de la luz solar y transformarla en compuestos orgánicos y oxígeno. La clorofila "a" cumple su función en los espectros más lejanos (nos referiríamos a las luces rojas y violetas, siendo los espectros más alejados entre sí), orgánicos y oxígeno (Fertibox 2019).

2.10.1 Importancia de la clorofila para las plantas

Este pigmento desempeña un papel fundamental en las plantas ya que es la encargada de absorber la energía lumínica procedente del sol y transformarla en energía química, compuestos orgánicos y oxígeno a través del proceso de la fotosíntesis. Esto se debe a que presentan una elevada absorbancia en el intervalo de longitudes de onda entre 400 nm y 700 nm.

2.10.2 Índice de contenido de clorofila (ICC)

La presencia de clorofila en las hojas de las plantas está relacionada con las condiciones nutricionales y sanitarias de la planta. El contenido de clorofila se incrementa proporcionalmente a la cantidad de nitrógeno y al flujo de savia que que presenta la hoja (Matamoros y Esteban 2018)

El índice de clorofila verde se usa para estudiar las condiciones de vegetación saludable. Se describen las condiciones físicas de la vegetación para evaluar la proporción de clorofila en las hojas de los cultivos de diferentes tipos de plantas.

Por lo tanto, la intensidad del color ayuda a diferenciar las plantas sanas de las que no están bien desarrolladas o muertas debido a condiciones desfavorables (Kolodiy y Pidlypna 2020).

El cambio de color es el síntoma externo más evidente de la maduración y se debe, en primera instancia, a la degradación de la clorofila (desaparición del color verde) y a la síntesis de los pigmentos específicos de la especie (FAO 1989)

En las hojas se pierde primero la integridad de los cloroplastos, mientras que la del núcleo se mantiene hasta el final. A su vez, para asegurar el transporte de nutrientes reciclados, los tejidos vasculares en torno al órgano senescente son los últimos en envejecer. La síntesis de carbohidratos cesa y tiene lugar la degradación de las proteínas, clorofilas, lípidos y ácidos nucleicos, que requiere la síntesis de enzimas hidrolíticos (proteasas, nucleasas, lipasas y clorofilasas). Ello implica la activación específica de ciertos genes. La respiración se mantiene alta hasta el final de la senescencia. La degradación de clorofila en hojas y frutos deja ver la pigmentación dada por los carotenoides (Navarro 2012).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Modalidad de la investigación

El trabajo fue vinculado con la modalidad de investigación cuantitativa: ya que las variables a evaluarse fueron medibles mediante la toma de datos numéricos. La investigación es de campo debido a que se entró en contacto directo con el objeto de estudio además de la manipulación de los factores de forma directa esto con el fin de recopilar datos e información necesaria, que será posteriormente analizada.

3.2 Tipos de investigación

3.2.1 Descriptiva

La investigación descriptiva puntualiza las características de la población de estudio.

3.2.2 Cuantitativo

Fundamentada en la toma de datos los cuales arrojaron resultados numéricos que sirvieron para comparar los valores obtenidos de la fase experimental.

3.3 Técnica e instrumentos para la recolección de datos.

3.3.1 Observación

Esta técnica se aplicó permanentemente para captar la información y posteriormente para el registro de datos, ya que ayuda a observar causas y efectos de los tratamientos en estudio, esta técnica es fundamental de todo proceso investigativo. Se realizará un monitoreo tomando datos en campo en el tiempo determinado de cada muestreo.

3.3.2 Registro de datos

Para la toma de datos, se utiliza un libro de campo en el que se registrará los datos obtenidos de acuerdo al cronograma establecido para su posterior análisis. Esta técnica permitió recopilar datos válidos y fiables para poder tratar ciertos cambios que se dan en el lugar de estudio. El registro de datos se realizó mediante un libro de campo. En la presente investigación se describe el comportamiento de 4 materiales identificados y cultivados en Ecuador: dos variedades locales de relevancia que son la Andino (INIAP 450), y el Guaranguito (INIAP 451), además de dos líneas primisorias: Ecotipo local y Ecotipo Peruano (Dave & FAO, 2018).

3.3.3 Análisis estadístico

Esta técnica nos permitió realizar el análisis de los diferentes datos que se obtendrán tanto en la fase de campo como en la fase de laboratorio.

3.4 Materiales y recursos

3.4.1 Material experimental

- Ecotipos (*Lupinus mutabilis*)
- Lote de 26 m x 65m (Área: 1.609 m²)

3.4.2 Materiales de campo

- Azadones, Libreta, Cinta métrica, estacas, piola, rastrillos, libro de campo, azadas, etiquetas, y tabla Munsell.

3.4.3 Equipos y reactivos

- Cámara fotográfica, Colorímetro, Balanza Centrifuga, Estufa, Agitador, pH metro, molino, Na (OH), fenolftaleína.

3.4.4 Talento Humano

- Postulante: Patricia Tacuri
- Director de Tesis: Ing. Giovana Parra
- Miembros de tribunal:
- Presidente: Ing. Mg. Guadalupe López
- Miembro: Ing. Mg. Francisco Chancusig
- Miembro: Ing. PhD. Rafael Hernández

3.4.5 Materiales de escritorio

- Computadora
- Hojas de papel bond
- Internet
- Esferos, lápiz, etc.

3.5 Lugar de la investigación

El experimento se realizó en el cantón Pillaro en la parroquia San Miguelito. Cuya ubicación es la siguiente:

Tabla 3. Datos geográficos del lugar de la investigación

Provincia	Tungurahua
Cantón	Santiago de Pillaro
Parroquia	San Miguelito
Sector	El censo
Latitud	1°11'32.922"
Longitud	78° 32 8.334"
Altitud	2797

Elaborado por: Patricia Tacuri (2020)

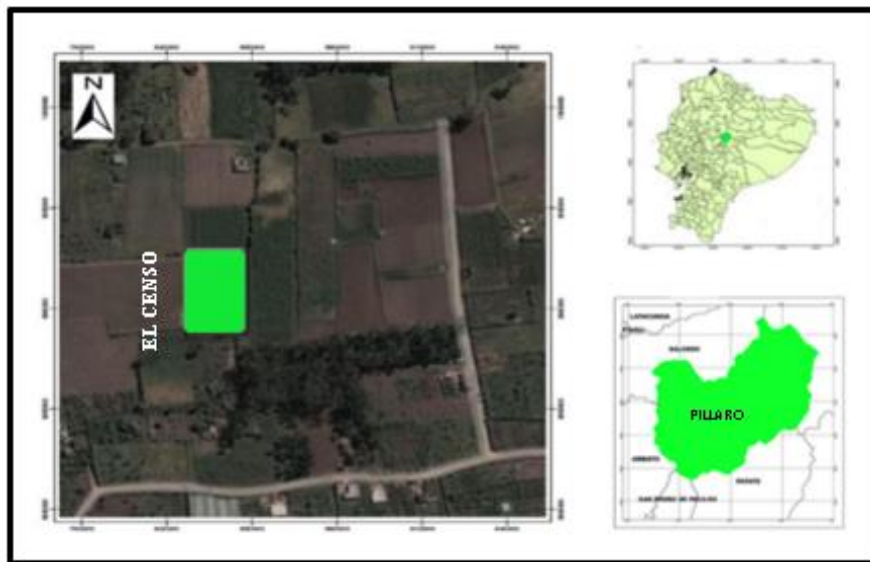


Gráfico 1. Ubicación del ensayo

Elaborado por: Patricia Tacuri (2020)

3.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones, para cada variedad, lotes de 26m x 15m. Con 33 hileras a distancias de 0,75. Donde se sembraron 3 semillas por golpe a una distancia 0,25 con 3 repeticiones, 11 hileras por repetición.

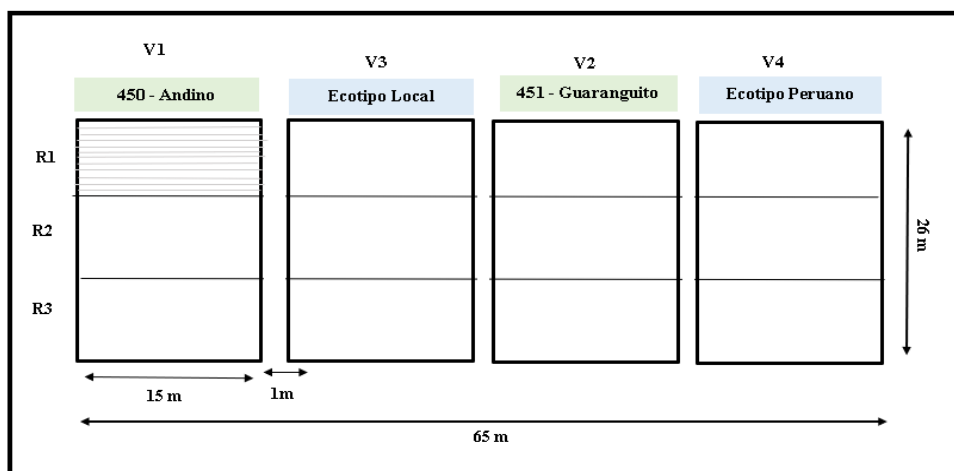


Gráfico 2. Diseño de parcelas

Elaborado por: Patricia Tacuri (2020)

3.7 Factores de estudio fase de campo

Factor (A): material genético 2 Variedades y 2 Ecotipos

- INIAP-450 Andino (V1)
- INIAP 451 Guaran güito (V2)
- Ecotipo Local (V3)
- Ecotipo Peruano (V4)

Factor (B): Índices de cosecha

- Verde (B1)
- Lima (B2)
- Amarillo lima (B3)
- Amarillo (B4)
- Negro (B5)

3.8 Factores de estudio fase de laboratorio

Factor (A): material genético 2 Variedades y 2 Ecotipos

- INIAP-450 Andino (V1)
- INIAP 451 Guaran güito (V2)
- Ecotipo Local (V3)
- Ecotipo Peruano (V4)

Factor (B): Índices de cosecha

- Verde (B1)
- Lima (B2)
- Amarillo lima (B3)
- Amarillo (B4)
- Negro (B5)

Factor (C): Estado Sanitario

- Plagado (C1)
- Sano (C2)

3.9 Índices por evaluar

3.9.1 Fase de campo

- Incidencia de plagas

3.9.2 Fase de laboratorio

- Alcaloide
- Clorofila
- Color

3.10 Tratamientos en estudio.

3.10.1 Fase de campo

Tabla 4. Tratamientos considerando los factores de estudio fase de campo

Tratamiento	Simbología	Descripción
1	a1. b1	Material genético (v1) + índice 1 (verde)
2	a1. b2	Material genético (v1) + índice 2 (lima)
3	a1. b3	Material genético (v1) + índice 3 (amarillo lima)
4	a1. b4	Material genético (v1) + índice 4 (amarillo)
5	a1. b5	Material genético (v1) + índice 5 (negro)
6	a2. b1	Material genético (v2) + índice 1 (verde)
7	a2. b2	Material genético (v2) + índice 2 (lima)
8	a2. b3	Material genético (v2) + índice 3 (amarillo lima)
9	a2. b4	Material genético (v2) + índice 4 (amarillo)
10	a2. b5	Material genético (v2) + índice 5 (negro)
11	a3. b1	Material genético (v3) + índice 1 (verde)
12	a3. b2	Material genético (v3) + índice 2 (lima)
13	a3. b3	Material genético (v3) + índice 3 (amarillo lima)
14	a3. b4	Material genético (v3) + índice 4 (amarillo)
15	a3. b5	Material genético (v3) + índice 5 (negro)
16	a4. b1	Material genético (v4) + índice 1 (verde)
17	a4. b2	Material genético (v4) + índice 2 (lima)
18	a4. b3	Material genético (v4) + índice 3 (amarillo lima)
19	a4. b4	Material genético (v4) + índice 4 (amarillo)

20	a4. b5	Material genético (v4) + índice 5 (negro)
----	--------	---

Elaborado por Tacuri (2020)

Se evaluó con un diseño experimental de bloques completos al azar, que consiste en un (DBCA) con un Arreglo Factorial 4x5, dando un total de 20 tratamientos con 3 repeticiones, obteniéndose así 60 unidades experimentales.

3.10.2 Fase laboratorio

Tabla 5. Tratamientos considerando los factores de estudio fase laboratorio

Tratamiento	Simbología	Descripción
1	a1b1c1	Material genético (v1) + índice 1 (verde) + plagado
2	a1b1c2	Material genético (v1) + índice 1 (verde) + sano
3	a1b2c1	Material genético (v1) + índice 2 (lima) + plagado
4	a1b2c2	Material genético (v1) + índice 2 (lima) + sano
5	a1b3c1	Material genético (v1) + índice 3 (amarillo lima) + plagado
6	a1b3c2	Material genético (v1) + índice 3 (amarillo lima) + sano
7	a1b4c1	Material genético (v1) + índice 4 (amarillo) + plagado
8	a1b4c2	Material genético (v1) + índice 4 (amarillo) + sano
9	a1b5c1	Material genético (v1) + índice 5 (negro) + plagado
10	a1b5c2	Material genético (v1) + índice 5 (negro) + sano
11	a2b1c1	Material genético (v2) + índice 1 (verde) + plagado
12	a2b1c2	Material genético (v2) + índice 1 (verde) + sano
13	a2b2c1	Material genético (v2) + índice 2 (lima) + plagado
14	a2b2c2	Material genético (v2) + índice 2 (lima) + sano
15	a2b3c1	Material genético (v2) + índice 3 (amarillo lima) + plagado
16	a2b3c2	Material genético (v2) + índice 3 (amarillo lima) + sano
17	a2b4c1	Material genético (v2) + índice 4 (amarillo) + plagado

18	a2b4c1	Material genético (v2) + índice 4 (amarillo) + sano
19	a2b5c1	Material genético (v2) + índice 5 (negro) + plagado
20	a1b5c2	Material genético (v2) + índice 5 (negro) + sano
21	a3b1c1	Material genético (v3) + índice 1 (verde) + plagado
22	a3b1c2	Material genético (v3) + índice 1 (verde) + sano
23	a3b2c1	Material genético (v3) + índice 2 (lima) + plagado
24	a3b2c2	Material genético (v3) + índice 2 (lima) + sano
25	a3b3c1	Material genético (v3) + índice 3 (amarillo lima) + plagado
26	a3b3c2	Material genético (v3) + índice 3 (amarillo lima) + sano
27	a3b4c1	Material genético (v3) + índice 4 (amarillo) + plagado
28	a3b4c1	Material genético (v3) + índice 4 (amarillo) + sano
29	a3b5c1	Material genético (v3) + índice 5 (negro) + plagado
30	a3b5c2	Material genético (v3) + índice 5 (negro) + sano
31	a4b1c1	Material genético (v4) + índice 1 (verde) + plagado
32	a4b1c2	Material genético (v4) + índice 1 (verde) + sano
33	a4b2c1	Material genético (v4) + índice 2 (lima) + plagado
34	a4b2c2	Material genético (v4) + índice 2 (lima) + sano
35	a4b3c1	Material genético (v4) + índice 3 (amarillo lima) + plagado
36	a4b3c2	Material genético (v4) + índice 3 (amarillo lima) + sano
37	a4b4c1	Material genético (v4) + índice 4 (amarillo) + plagado
38	a4b4c1	Material genético (v4) + índice 4 (amarillo) + sano
39	a4b5c1	Material genético (v4) + índice 5 (negro) + plagado
40	a4b5c2	Material genético (v4) + índice 5 (negro) + sano

Elaborado por Tacuri (2020)

Se evaluó con un diseño experimental de bloques completos al azar, que consiste en un (DBCA) con un Arreglo Factorial 4x5x2, que da un total de 40 tratamientos con 3 repeticiones, generándose así 120 unidades experimentales.

3.10.3 Esquema de ADEVA

3.10.3.1 Adeva fase de campo

Tabla 6. Esquema de ADEVA fase de campo

FUENTE DE VARIACIÓN	GL
Repetición	2
Materiales genéticos (A)	3
Índice de cosecha (B)	4
Materiales *Índice de cosecha (A*B)	12
Error	38
Total	59

Elaborado por: Patricia Tacuri (2020)

Se implementó un diseño experimental de bloques completamente al azar (D.B.C.A.), con 3 repeticiones, para los cuatro materiales genéticos y cinco índices de cosecha.

3.10.3.2 Adeva fase laboratorio

Tabla 7. Esquema de ADEVA fase laboratorio

FUENTE DE VARIACIÓN	GL
Materiales genéticos (A)	3
Índice de cosecha (B)	4
Estado sanitario (C)	1
Material * índice (A*B)	12
Material *estado sanitario (A*C)	3
Índice de cosecha x estado sanitario (B*C)	4
Materiales genéticos *índice de cosecha * estado sanitario (A*B*C)	11
Error	81
Total	119

Elaborado por: Patricia Tacuri (2020)

Se implementó un diseño experimental de bloques completamente al azar (D.B.C.A.), con 3 repeticiones, para los cuatro materiales genéticos, cinco índices de cosecha y dos estados sanitarios con incidencia y sin incidencia.

3.11 Manejo del experimento

3.11.1 Reconocimiento del lugar

Se realizó el reconocimiento del lugar para la implementación del ensayo, en el cantón Píllaro.

3.11.2 Adquisición de Semilla:

La adquisición de la semilla fue donada por el núcleo de investigación de Cultivos Andinos, se utilizó la semilla de la variedad INIAP-450 Andino, INIAP 451 Guaran güito, Ecotipo local, Ecotipo Peruano.

3.11.3 Preparación del Suelo:

La preparación del suelo en la localidad se efectuó mediante una labor de arado, se procedió al surcado a 0.75 cm entre surcos, para proceder al trazado de las parcelas utilizando estacas y piola.

3.11.4 Implementación del DBCA:

Una vez preparado el terreno se procedió a la implementación de un diseño experimental para la investigación del ensayo, se realizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA),

3.11.5 Siembra:

Se realizó el 28 de mayo de 2020, la distancia entre golpe fue de 0,25 cm y se colocaron 3 semillas por golpe.

3.11.6 Labores Culturales

Deshierba y aporque: Se realizó la primera deshierba se realizó entre 45 días y la segunda deshierba y aporque a los 60 días. Para las labores se utilizó azadones y azadas el trabajo se realizó con mucho cuidado para no cortar ni estropear las

plantas de la unidad en estudio.

3.11.7 Riego

Se realizó dos riegos mediante el sistema de gravedad a los a los 40 días y a los 55 días.

3.11.8 Abonamiento y fertilización

El abonamiento se realizó a los 55 días aplicar el abono 18-46-00 se aplicó 20 gr/planta.

3.11.9 Controles fitosanitarios

Para el control de plagas se realizaron 3 aplicaciones con el sistema de rotación de ingredientes activos. Para proteger a la semilla contra insectos del suelo se aplicó Imidacloprid, mediante el desarrollo de la planta se observó la presencia de plagas y manchas foliares para el control se utilizó 1cc/lit de Cypermetina y Clorotalonil, y de acuerdo a los factores bióticos y abióticos se observó manchas foliares pústulas de roya y cercospora y se aplicó pirimifos-metil y Difeconazole.

3.11.10 Cosecha y Trilla:

La cosecha se realizó de forma manual utilizando una hoz, cuando las plantas presentaron su madurez fisiológica y la semilla presento una consistencia dura, lo cual se colocó en lonas con sus respectivos códigos. Luego de la cosecha se procedió al secado de la semilla y después de un tiempo se realizó el trillado de forma manual

3.12 INDICADORES

3.12.1 Fase de campo

3.12.1.1 Incidencia de plagas enfermedades y fisiopatías.

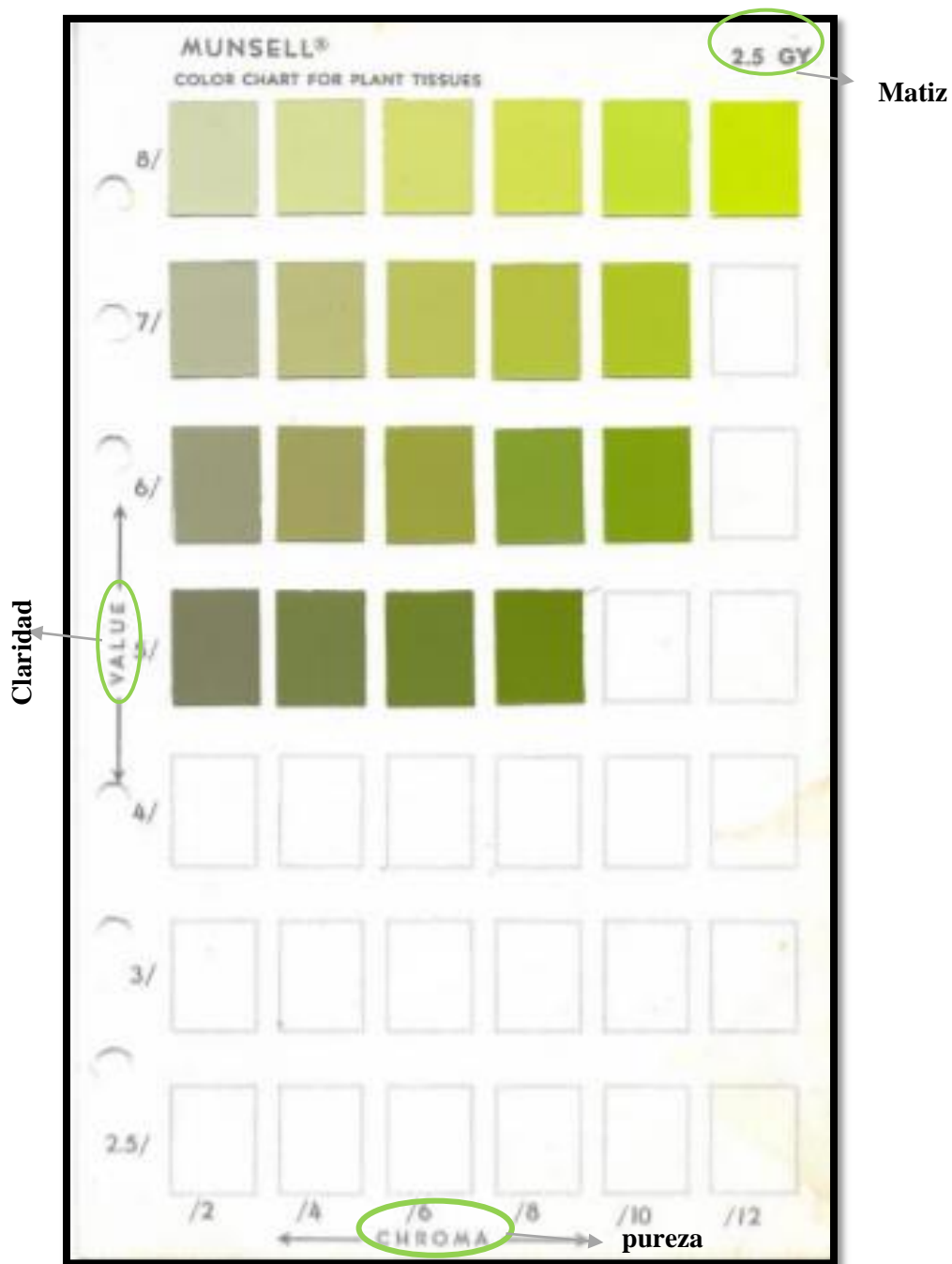
Los datos de incidencia de plagas, enfermedades y fisiopatías se registró en los cinco índices de cosecha a los 180, 188, 196, 204, 212 días. Se realizó mediante un muestreo de 5 plantas de las 5 hileras centrales con un total de 25 plantas y se calculó mediante la siguiente fórmula (Arguedas Gamboa et al. 2018).

$$\% I = \frac{\# \text{ Total de plantas Enfermas}}{\text{Total de plantas}} * 100$$

3.12.2. Fase laboratorio

3.12.2 .1 Color

Para determinar el color en el estado sanitario con incidencias y sin incidencia se utilizó las tablas de color Munsell que incluyen todos los matices del rango visible del espectro electromagnético. La tabla Munsell está compuesta de hojas, representando cada una de ellas un matiz (hue) específico que aparece en la parte superior derecha de dicha página. Cada hoja presenta una serie plaquitas o "chips" diferentemente coloreados y sistemáticamente arreglados en la hoja, que representan la claridad (value) y la pureza (chroma). Las divisiones de claridad (value) se presentan en sentido vertical, incrementando su valor (haciéndose más claro) de abajo hacia arriba; las divisiones de pureza (chroma) se presentan en sentido horizontal, en la parte inferior de la hoja, incrementándose de izquierda a derecha.(Domínguez Soto et al. 2012)



Fotografía 1. Tabla de color Munsell

3.12.2.2 Alcaloide

Para determinar el % alcaloide se realizó el muestreo en el campo en el cual se recolectó hojas del tejido sano y enfermo en los cinco índices de cosecha a los 180,188,196,204,212 días. En el laboratorio se realizó el siguiente procedimiento; las muestras recolectadas ponemos en fundas de papel con su respectivo código,

dejamos secar en la estufa 12 horas, las muestras secas se molió. Una vez obtenido las muestras en harina pesamos 0,5 g por repetición y colocamos en un tubo de centrifuga y aplicamos 20ml de agua y esa solución agitamos por 1 hora después colocar 10 min en la centrifuga, filtramos la solución y aforamos. La solución aforada colocamos en un vaso de precipitación, ponemos 2 gotas de fenolftaleína y para finalizar realizamos el titulante con el Na (OH, abrimos la bureta del Na (OH), cuidadosamente ya que se debe obtener un pH 8.30 (Cheza y Esteban 2017).

Para obtener el porcentaje de alcaloide se calculó mediante la siguiente fórmula

$$\% \text{ p/pAlcaloide} = \frac{mlNaOH \times 0.1N \times 248g \times 100}{0,5Pm \times 100} * 100$$

Donde:

mL NaOH= Volumen gastado de titulante

0.01N= Concentración exacta de NaOH

248g= Peso molecular de la lupanina

Pm= Peso de muestra (g)

3.12.2.3 Clorofila

Para la extracción y cuantificación de la clorofila se utiliza el fiterphotometer PF -11 en el cual se utiliza 0,5g de muestra fresca del órgano vegetal de las hojas sanas igualmente para las hojas enfermas, las muestras se colocan en un mortero con 10 ml de agua y machacamos. Una vez obtenida una solución líquida filtrada colocamos 5 ml de acetona y realizamos la cuantificación en el filtro 5 (605 nm) y filtro 6 (720 nm) y calculamos con la siguiente formula (Monge Pineda 2015).

$$\text{Clorofila - a } \frac{\text{mg/g hoja}}{\text{ml} \times 0.1 \text{N} \times 2[(12.7 \times A_{663}) - (2.6 \times A_{645})] * \text{mL de acetona } 48 \text{g} \times 100} = \frac{\text{mg de tejido vegetal}}{\text{mg de tejido vegetal}}$$

Dónde: 12.7 y 2.6 = son constantes.

A663 y A645 = son las lecturas de absorbancia a las longitudes de onda de 663 y 645 nm.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

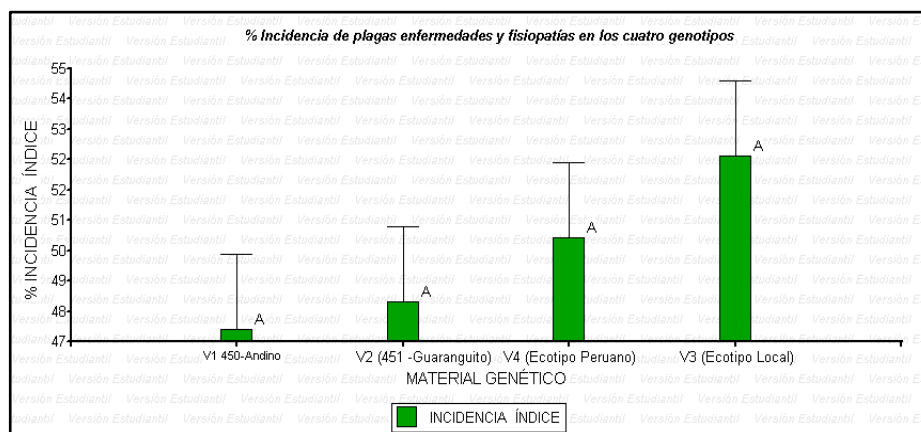
4.1 Incidencia de plagas enfermedades y fisiopatías

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza de cuatro genotipos en cinco índices de cosecha para el parámetro incidencia fitosanitarios se muestran a continuación:

Tabla 8.ADEVA, Análisis de la varianza para el indicador incidencia de plagas en los índices de cosecha.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	428,8	2	214,4	2,96	0,0637	Ns
Materiales genéticos (A)	228,27	3	76,09	1,05	0,381	Ns
Índices de cosecha (B)	619,73	4	154,93	2,14	0,0945	Ns
Materiales *Índice de cosecha (A*B)	683,73	12	56,98	0,79	0,6599	Ns
Error	2749,87	38	72,36			
Total	4710,4	59				
Promedio	50					
CV: %	17,15					

En la tabla 9, se observan los resultados del análisis de varianza, no existen diferencias significativas en el factor A materiales genéticos y factor B índices de cosecha al igual en la interacción materiales *índice de cosecha (A*B). La incidencia promedio es de 50 %, lo cual es aceptable en función del desarrollo del cultivo en los índices de cosecha, mientras que el coeficiente de variación es de 17,15%, esto indica que tuvo homogeneidad en el mismo. Revelando que se realizó un buen manejo de datos en el proyecto de investigación.



En el gráfico 3, se puede estimar el porcentaje de incidencia de los cuatro genotipos en cual indica homogeneidad en las cuatro variedades. En la V1 obtuvo el 47%, V2: 48% V4: 50%, V3: 52%. Peralta (2012), menciona que es de gran importancia el manejo adecuado del cultivo, y el uso de semillas mejoradas. Morales (2015), recomienda que se debe aplicar pesticidas solamente cuando el umbral económico de población de las plagas pueda causar daño al cultivo para reducir el uso irracional de insecticidas u optar por un control amigable con el ambiente, priorizando obtener alimentos sanos y su vez conservar nuestro agro ecosistema.

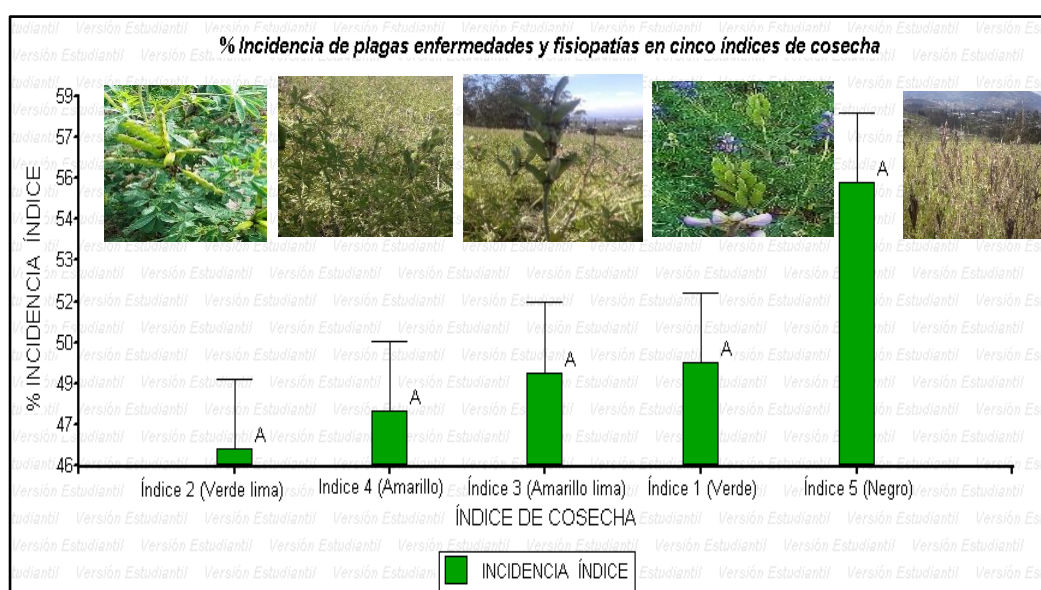


Gráfico 4. Porcentaje de incidencia de plagas y fisiopatías en los cinco índices de cosecha

En el gráfico 4, se puede estimar el porcentaje de incidencia en el cual indica homogeneidad en los cinco índices de cosecha figurando en el rango A. El porcentaje en el índice 2:46%, índice 4: 47%, índice 3; 49% índice 1: 49%, índice 5: 55%. (Buñay y Armando 2019), menciona que las plagas generalmente varían de acuerdo al estado fenológico en la que se encuentre la planta así como también el tipo de clima y zona de producción.

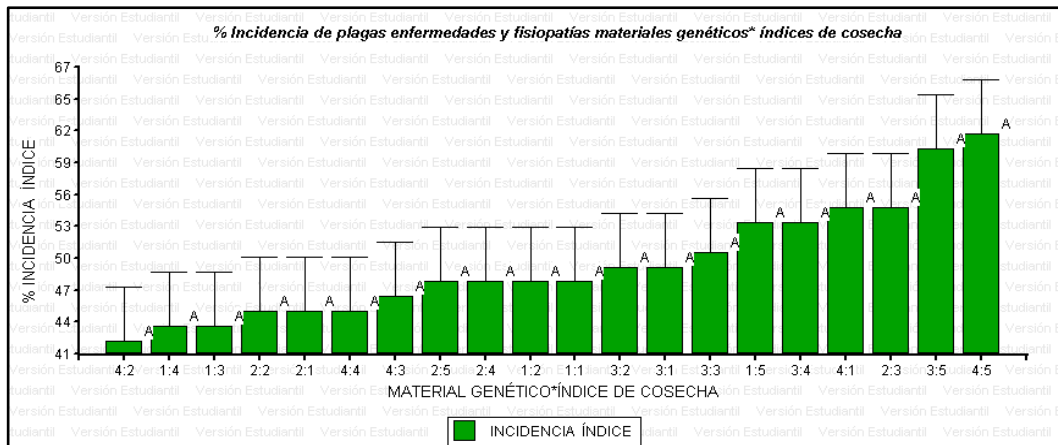


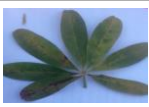

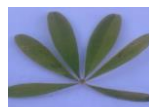







Gráfico 5. Porcentaje de incidencia de plagas y fisiopatías materiales genéticos * índices de cosecha

En el gráfico 5, se puede estimar en la interacción de incidencia de los cuatro materiales genéticos * cinco índices de cosecha en cual muestra homogeneidad y se encuentran en el rango A.

4.2 Indicador de color (Sistema Munsell) en dos estados sanitarios de los cinco índices de cosecha

La tabla colorimétrica que se presentada a continuación se basa en el sistema de ordenación colorimétrico de Munsell y refleja el comportamiento en color de los cuatro genotipos 450 Andino, 451 Guaranguito, Ecotipo local (Nativo), Ecotipo local (peruano) durante los cinco índices de cosecha.

Tabla 9. Comportamiento de color de los cinco índices cosecha de los cuatro genotipos

GRÁFICO	ÍNDICE	CON INCIDENCIA				GRÁFICO	SIN INCIDENCIA			
		V1-450	V2-451	V3	V4		V1-450	V2-451	V3	V4
	Índice1	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10		2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8
	Índice2	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10		2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8
	Índice3	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10		2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8
	Índice4	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10		2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8
	Índice5	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10	2.5 GY 7/10		2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8	2.5 GY 7/8

En la Tabla 9, se muestran los valores de las cartas de color Munsell, obtenidos de los cuatro genotipos en sus cinco índices de cosecha, en dos estados sanitarios plagado y sano. En el primer caso los cinco índices de cosecha no presentan diferencia de color en los cuatro genotipos V1-V2-V3-V4, por lo que se representa hue (matiz) 2.5 GY, value (valor) 7/ y chroma (croma) /10 en el cual se visualiza un color amarillo verdoso, igualmente se observa que en el estado sanitario sin incidencia no presenta diferencia de color en sus cuatro variedades, V1-V2-V3-V4, identificándose con (matiz) 2.5 GY, value (valor) 7/ y chroma (croma) /8 se visualiza color verde lima. Dichas tonalidades son influenciadas por los factores bióticos y abióticos. Soto et al. (2012), menciona que el color de los tejidos vegetales refleja la influencia de la luz, las temperaturas críticas y la composición química del suelo, en particular cuando el suelo tiene un déficit de algún nutriente de mayor o menor importancia. En ocasiones el color de las plantas revela su origen genético, el efecto de ciertas sustancias tóxicas o la acción de un organismo parásito.

4.3 Porcentaje cuantificación de alcaloide

Tabla 10. Adeva contenido de alcaloide

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,16	2	0,08	0,55	0,5797	ns
Materiales genéticos (A)	2,45	3	0,82	5,68	0,0014	*
Índice de cosecha (B)	237,02	4	59,25	411,96	<0,0001	**
Estado sanitario (C)	64,72	1	64,72	449,99	<0,0001	**
Materiales* índice (A*B)	3,16	12	0,26	1,83	0,0574	ns
Materiales *estado sanitario (A*C)	0,8	3	0,27	1,86	0,1438	ns
Índice de cosecha x estado sanitario (B*C)	7,29	4	1,82	12,67	<0,0001	**
Materiales *índice de cosecha * estado sanitario (A*B*C)	4,62	12	0,38	2,67	0,0046	*
Error	11,22	78	0,14			
Total	331,44	119				
Promedio	3,42					
CV: %	11,09					
D.E.	1,68					

En la tabla 10 estadísticamente se observan los valores de resultados del análisis de varianza para el indicador contenido de alcaloide existen diferencias significativas en los factores A, B, y C aceptando la H1. En la interacción de los factores materiales* índice (A*B) no existe diferencias significativas por lo tanto se acepta la hipótesis nula. En las interacciones materiales *estado sanitario (A*C) y materiales *índice de cosecha * estado sanitario (A*B*C) existen diferencias significativas aceptando la Ha. El contenido de alcaloide es el 3,42 %, lo cual es aceptable en función del desarrollo del cultivo en los índices de cosecha, mientras que el coeficiente de variación es de 11,09 %.

Tabla 11. Prueba de Tukey aplicado para el factor A en la variable contenido de alcaloide

MATERIALES GENÉTICOS	MEDIDAS	RANGOS	
V4 - Ecotipo Peruano	3,26	A	
V3 - Ecotipo local	3,36	A	
V1 - 450 Andino	3,41	A	B
V2 - 451 Guaranguito	3,65		B

En la Tabla 11 se observa el factor A materiales genéticos, se puede estimar que el Ecotipo Peruano y el Ecotipo local se encuentran en el primer rango, la V4 con un promedio con 3,26 % y la V3 con 3,36 %, la V1 – 450 Andino con 3,41 en e rango AB y la variedad q obtuvo mayor contenido de alcaloide es la V2 - 451 Guaranguito con 3,65 % en el rango B. Se puede apreciar que al tener un contenido bajo es lo más deseable en vista que es para consumo humano. Martínez et al. (2020) , menciona que múltiples investigaciones han demostrado que *Lupinus mutabilis* presenta una amplia diversidad genética y adaptación a suelos, precipitación, temperatura, altitud y periodo vegetativo, lo que a su vez ocasiones que sus valores proteicos y actividad antibacterial pueda variar de acuerdo a las condiciones de cultivo y suelos en los que *Lupinus mutabilis* sea cultivada. Así mismo, varía en precocidad, contenido de alcaloides, y tolerancia a plagas y enfermedades.

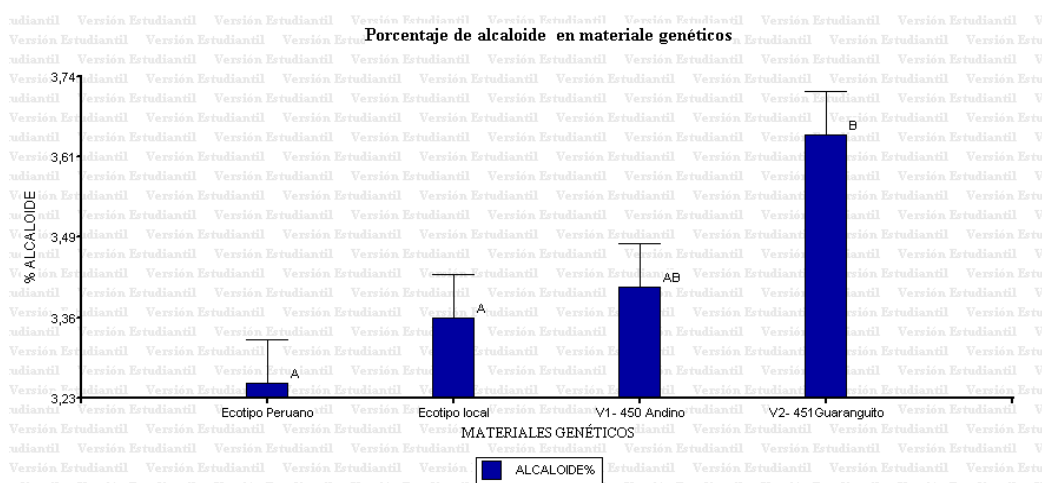


Gráfico 6. Contenido de alcaloide materiales genéticos

Tabla 12. Prueba de Tukey aplicado para el factor B en la variable contenido de alcaloide

ÍNDICES DE COSECHA	Medias	RANGOS			
5	1,82	A			
4	2,42		B		
3	2,69		B		
1	4,75			C	
2	5,42				D

En la Tabla 12 se observa las medias de los índices de cosecha, donde se puede estimar que el índice con menor contenido de alcaloide es el 5 (negro) con un promedio de 1,82 en el rango A, el índice 4 (amarillo) con 2,42 y el índice 3 (amarillo lima) con 2,69 % el índice 1 (verde) con un promedio de 4,75, en el rango y el índice que obtuvo mayor contenido de alcaloide es el índice 2 (lima) con 5,42 % en el rango D. Zamora-Natera et al. (2009) han demostrado que el contenido de alcaloides totales promedio en las hojas se encuentra entre 1.12 %, la reducción de alcaloides en hojas en sus últimas etapas del crecimiento, se debe a que los alcaloides almacenados en los órganos que están por alcanzar la senescencia, son transferidos a los frutos y semillas, por ser compuestos metabólicamente activos .

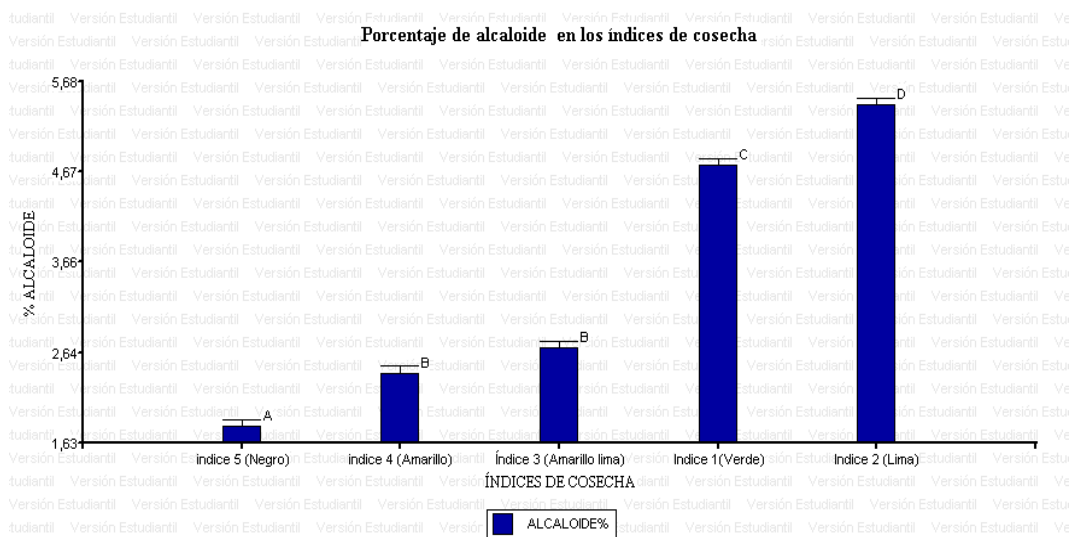


Gráfico 7. Contenido de alcaloide índices de cosecha

Tabla 13. Prueba de Tukey aplicado para el factor C en la variable contenido de alcaloide

ESTADO SANITARIO	MEDIAS	RANGOS	
1 plagado	2,68	A	
2 sano	4,15		B

En la Tabla 13 se observa el factor C índices de cosecha se puede estimar que el estado sanitario plagado obtuvo un promedio de 2,68% en el rango A, y el estado sanitario sano obtuvo alto contenido de alcaloide con el 4,15 % en el rango.

Zamora et al. (2005), manifiesta que en el género *Lupinus*, los alcaloides se sintetizan en los cloroplastos de las hojas y son transportados vía floema a otros órganos de la planta para su almacenamiento en tejido epidérmico y subepidérmico de las hojas. De la misma manera menciona que el género *Lupinus* presenta un importante sistema químico de defensa contra microorganismos fitopatógenos (virus, bacterias, hongos), animales herbívoros (nematodos, insectos, vertebrados) y contra otras especies de plantas. Tapia (2015) Afirma que, si la planta presenta un contenido bajo de alcaloide las plantas pierden su rusticidad y son más atacadas por plagas y enfermedades.

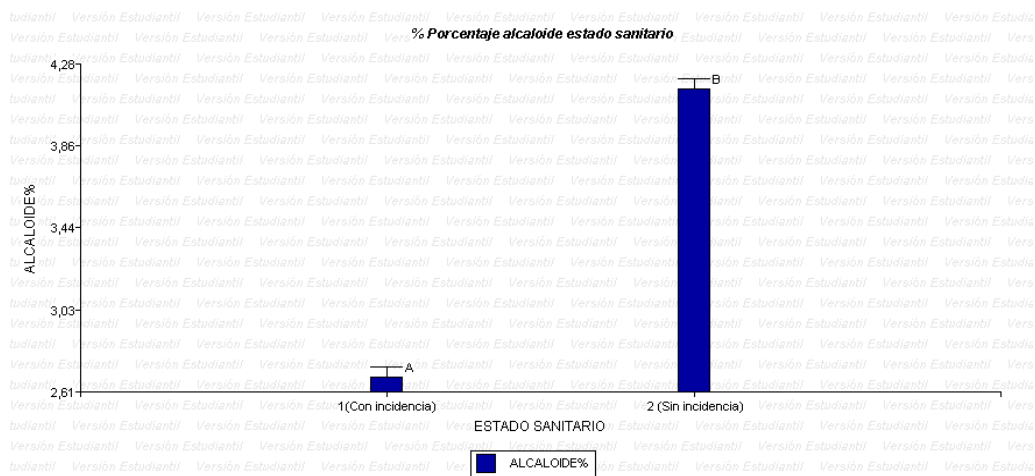


Tabla 14. Prueba Tukey índice y estado sanitario

INDICES DE COSECHA	ESTADO SANITARIO	MEDIAS	RANGO							
5	1	1,49	A							
4	1	1,57	A							
3	1	2,1		B						

Gráfico 8. Contenido de alcaloide estado sanitario

5	2	2,14		B						
4	2	3,27			C					
3	2	3,28			C					
1	1	3,81				D				
2	1	4,44					E			
1	2	5,68						F		
2	2	6,4								G

En la Tabla 14 se observa la interacción de los factores (B*C) Índices * estado sanitario se puede apreciar que el índice 5 con el estado sanitario plagado obtuvo un promedio de 1,49 y el índice 4 amarillo plagado con 1,57 se encuentran en el rango A, se puede apreciar que el índice 2 (lima) obtuvo alto contenido de alcaloide en el estado sanitario sano se ubica en el rango G con un promedio de

6,4.

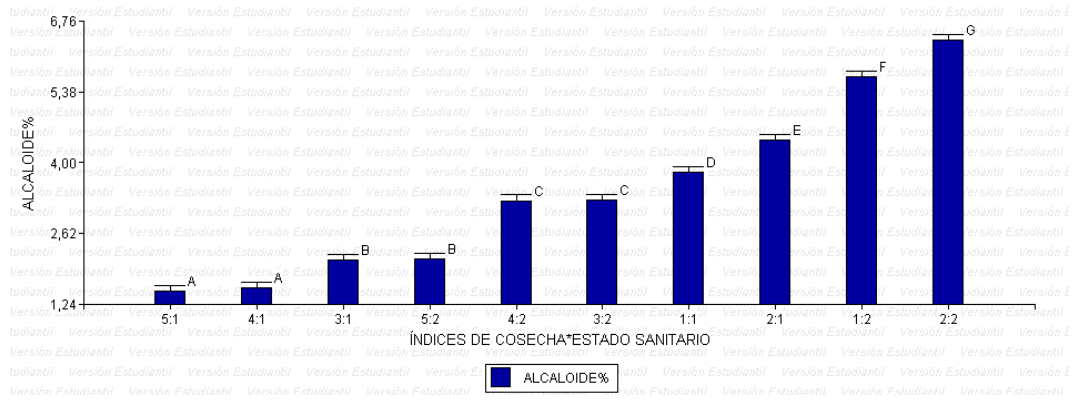


Gráfico 9. Contenido de alcaloide índice de cosecha por estado sanitario

en el índice (Negro) 1,46 % las variedades mencionadas se encuentran en el estado sanitario plagado, mientras que la V1 450-Andino en el estado sanitario sano en el índice 2 (lima) con el 6,83 obtuvo un mayor porcentaje de alcaloide.

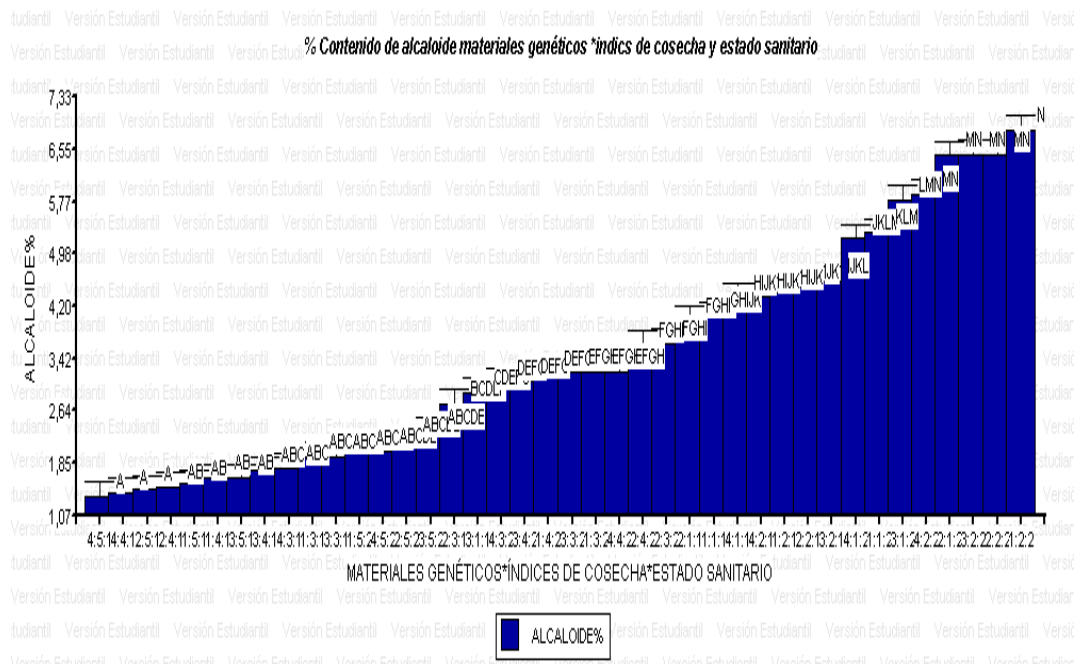


Gráfico 10. Contenido de alcaloide A * B* C

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	4,60E-06	2	2,30E-06	6,31	0,0029	*
Materiales genéticos (A)	4,10E-03	3	1,40E-03	3827,75	<0,0001	**
Índices de cosecha (B)	0,04	4	0,01	29724,9	<0,0001	**
Estado sanitario (C)	0,01	1	0,01	28999,17	<0,0001	**
Materiales* índices (A*B)	0,03	12	2,10E-03	5813,33	<0,0001	**
Materiales *estado sanitario (A*C)	0,01	3	1,80E-03	4858,66	<0,0001	**
Índices de cosecha x estado sanitario (B*C)	0,01	4	2,90E-03	8118,51	<0,0001	**
Materiales *índices de cosecha * estado sanitario (A*B*C)	0,01	12	5,70E-04	1590,72	<0,0001	**
Error	2,80E-05	78	3,60E-07			
Total	0,11	119				
Promedio	0,07					
CV: %	0,89					

3 Determinación clorofila

Tabla 16. Adeva contenido de clorofila

En la tabla 16, se observan los valores de resultados del análisis de varianza para el indicador contenido de clorofila existen diferencias altamente significativas en los factores A, B, y C aceptando la H1. En las interacciones Materiales* índices (A*B), Índices de cosecha x estado sanitario (B*C) y Materiales *índices de cosecha * estado sanitario (A*B*C) existen diferencias significativas aceptando la H1. El contenido de clorofila es el 0,07 %, lo cual es aceptable en función del desarrollo del cultivo en los índices de cosecha, mientras que el coeficiente de variación es de 0,89 %.

Tabla 17. Prueba de Tukey aplicado para el factor A materiales genéticos en la variable contenido de clorofila

MATERIALES GENÉTICOS	Medias	RANGO			
V4- Ecotipo Peruano	0,06	A			
V2- 451Guaranguito	0,07		B		
V1-450 Andino	0,07			C	
V3-Ecotipo local	0,07				D

En la Tabla 17, se observa el factor A materiales genéticos, se puede estimar que la variedad V4 - Ecotipo Peruano se ubica en el rango con un promedio de 0,06 y en el segundo rango B la V2 con un promedio de 0,07, la V1- 450 Andino y la V3 con 0,07 en el rango D. Matamoros (2018) menciona que la presencia de clorofila en las hojas de las plantas está relacionada con las condiciones nutricionales y sanitarias de la planta.

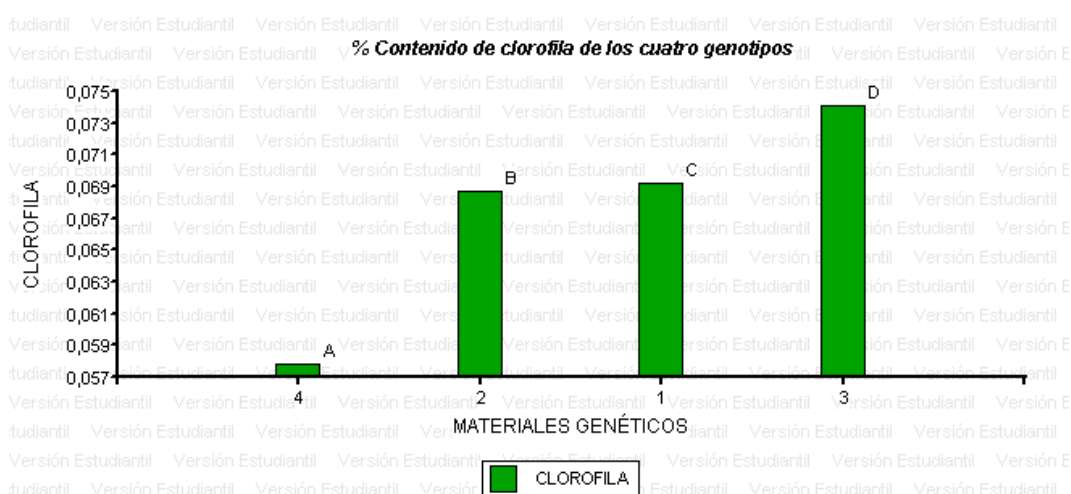


Gráfico 11. Porcentaje contenido de clorofila en los cuatro genotipos

Tabla 18. Prueba de Tukey aplicado para el factor B índice de cosecha en la variable contenido de clorofila

ÍNDICES DE COSECHA	MEDIAS	RANGO			
3(Amarillo lima)	0,05	A			
4 (Amarillo)	0,05		B		
5 (Negro)	0,05		B		
1(Verde)	0,08			C	
2(Lima)	0,1				D

En la Tabla 18, se observa el factor B índices de cosecha, se puede estimar que el índice en el índice 3 (amarillo lima) se ubica en rango A con un promedio de 0,05 y en el segundo rango B, el índice 4 (amarillo) con un promedio de 0,05, el índice 5 (negro) con 0,05 y el 1 (verde) con 0,08 en el rango C y en el índice 2 (lima) con 0.1 con menor contenido de clorofila comprendido en el rango D. FAO (1989) Manifiesta que el cambio de color es el síntoma externo más evidente de la maduración y se debe, en primera instancia, a la degradación de la clorofila (desaparición del color verde) y a la síntesis de los pigmentos específicos de la especie. Navarro (2012) Indica que la clorofila, que se encuentra en los tilacoides, se degrada rápidamente a medida que avanza la maduración.

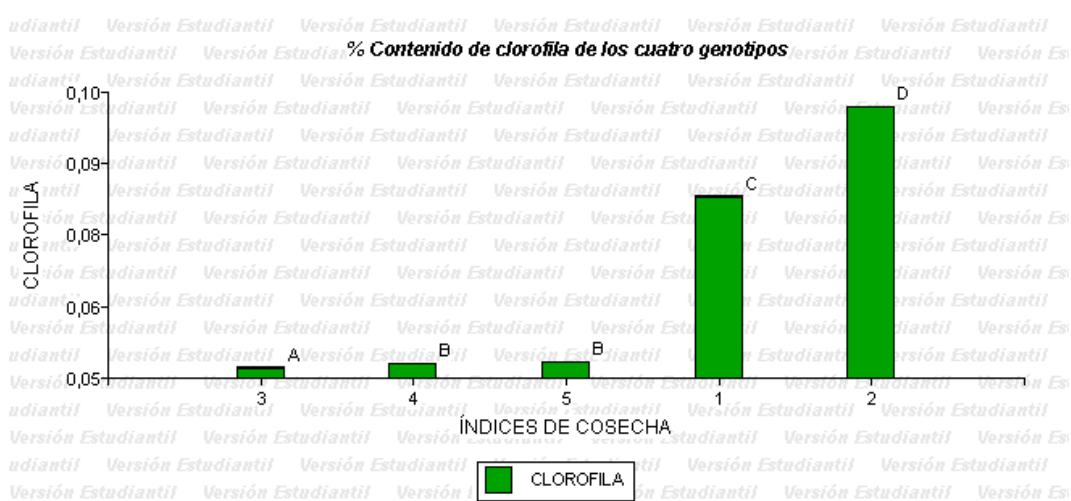


Gráfico 12. Porcentaje contenido de clorofila índices de cosecha

Tabla 19. Prueba de Tukey aplicado para el factor C estado sanitario en la variable contenido de clorofila

ESTADO SANITARIO	MEDIAS	RANGOS	
1(plagado)	0,06	A	
2(sano)	0,08		B

En la Tabla 19, se observa el factor C estado sanitario, se puede estimar que el estado sanitario plagado se ubica en el primer rango con un promedio de 0,06 y en el segundo rango el estado sanitario sano con 0,08 en el rango B con un menor contenido de clorofila.

(Kolodiy y Pidlypna 2020), manifiestan que el índice de clorofila verde se usa para estudiar las condiciones de vegetación saludable. Se describen las condiciones físicas de la vegetación para evaluar la proporción de clorofila en las

hojas de los cultivos de diferentes tipos de plantas. Por lo tanto, la intensidad del color ayuda a diferenciar las plantas sanas de las que no están bien desarrolladas o muertas debido a condiciones desfavorables.

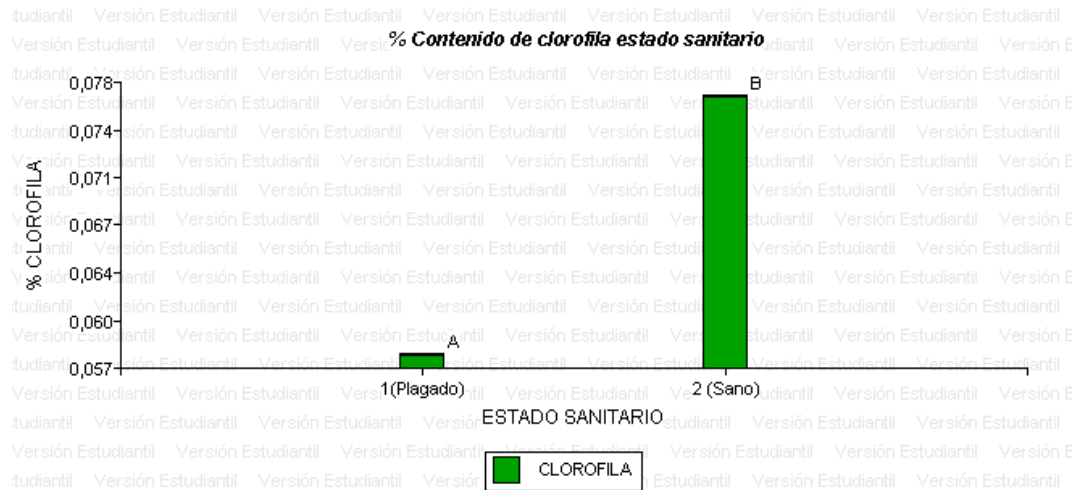


Gráfico 13. Porcentaje contenido de clorofila estado sanitario.

Tabla 20. Prueba tukey materiales genéticos* índices de cosecha (A*B)

MATERIALES GENÉTICOS	ÍNDICES DE COSECHA	Medias	RANGO														
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K				
3	3	0,04	A														
3	5	0,04		B													
3	4	0,04		B													
4	3	0,05			C												
4	5	0,05			C												
4	4	0,05			C												
1	3	0,05				D											
2	1	0,05				D											
1	5	0,05				D											
1	4	0,05				D											
2	4	0,07					E										
4	1	0,07					E										
2	3	0,07						E									
2	5	0,07						E									
1	1	0,08							F								
4	2	0,08								G							
2	2	0,09									H						
3	2	0,11										I					
1	2	0,11											J				
3	1	0,13															K

En la Tabla 20, se observa el factor material genéticos por índices de cosecha A*B, se puede estimar que existe diferencias, refleja que el material genético V3 Ecotipo local en el índice 3 amarillo (lima) con el 0,04 obtienen bajo contenido de clorofila, mientras que el material genético 3 en el índice 1 con el 0,13 muestra un alto contenido de alcaloide.

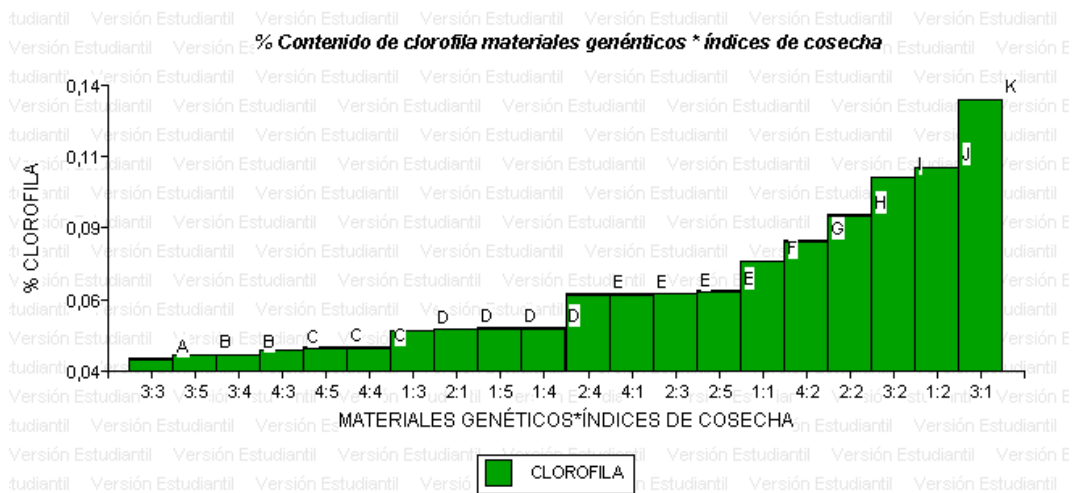


Gráfico 14. Porcentaje de clorofila(a) materiales genéticos* índices de cosecha (A*B)

Tabla 21. Prueba tukey materiales genéticos* estado sanitario (A*C)

MATERIALES GENÉTICOS	ESTADO SANITARIO	Medias	RANGO						
			A	B	C	D	E	F	G
3	1	0,05	A						
4	1	0,05	A						
1	1	0,06		B					
4	2	0,06			C				
2	1	0,06				D			
2	2	0,07					E		
1	2	0,08						F	
3	2	0,09							G

En la Tabla 21, se observa el factor material genéticos por estado sanitario de cosecha A*C, se puede estimar que existe diferencias, refleja que el material genético V3 Ecotipo local y V4 Ecotipo Peruano en el estado sanitario plagado con el 0,05 obtienen bajo contenido de clorofila en un compartimiento en el rango A, mientras que el material genético 3 en el índice 2 con el 0,09 muestra un alto contenido de alcaloide.

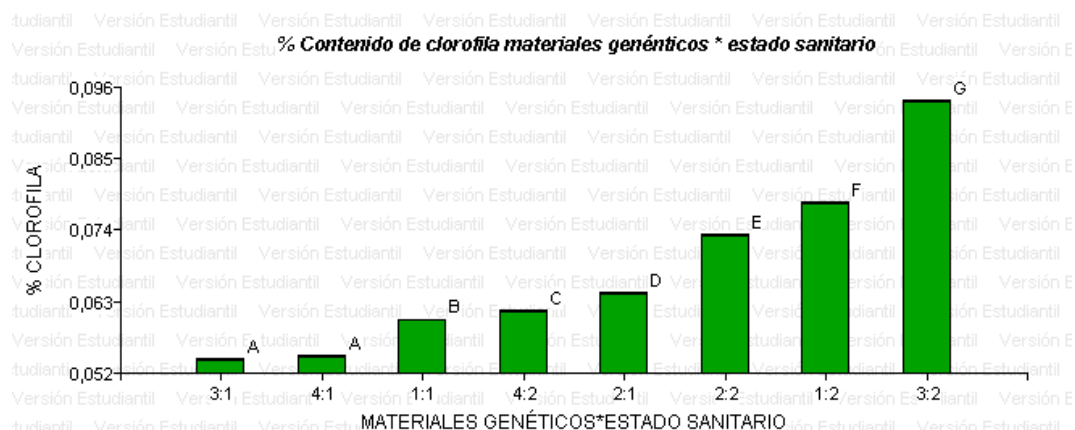


Gráfico 15. Porcentaje de clorofila(a) materiales genéticos* estado sanitario (A*G)

Tabla 22. Prueba tukey índice de cosecha x estado sanitario (B*C)

INDICES DE COSECHA	ESTADO SANITARIO	Medias	RANGO								
			A	B	C	D	E	F	G	H	
3	1	0,05	A								
5	1	0,05	A	B							
4	1	0,05		B							
3	2	0,05			C						
4	2	0,05			C	D					
5	2	0,06				D					
1	1	0,07					E				
2	1	0,07						F			
1	2	0,1							G		
2	2	0,12								H	

En la Tabla 22, se observa el factor B índices de cosecha * factor C estado sanitario, se puede estimar que el índice 3 (amarillo lima) * el estado sanitario plagado se encuentra en el rango A con el 0,05, mientras el índice 2 (verde lima) con el estado sanitario sano con 0,12 se encuentra en el rango H. Matamoros (2018), menciona que la presencia de clorofila en las hojas de las plantas está relacionada con las condiciones nutricionales y sanitarias de la planta.

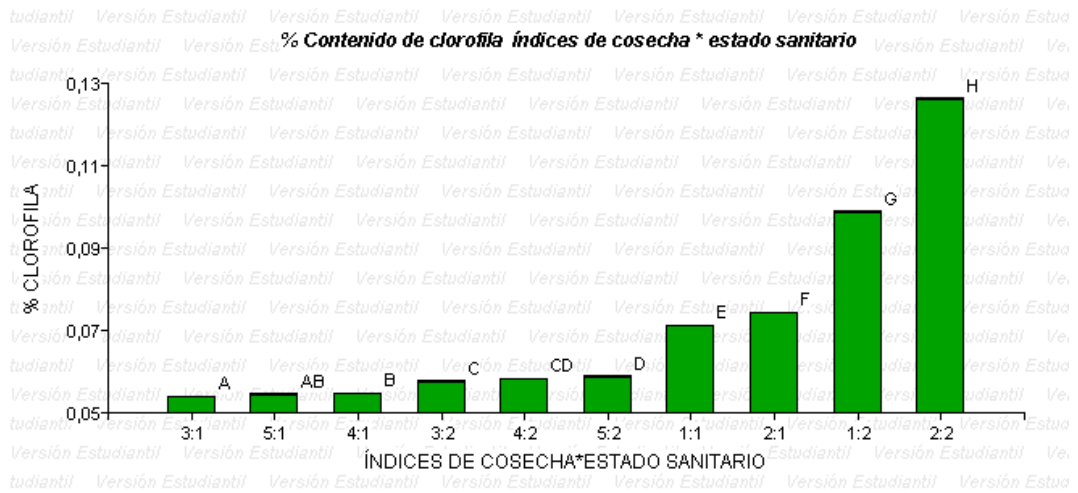


Gráfico 16. Porcentaje de clorofila(a) índices de cosecha* estado sanitario (A*C)

Ecotipo local refleja en el índice 1 verde y estado sanitario sano con 0,17 con un alto contenido de clorofila.

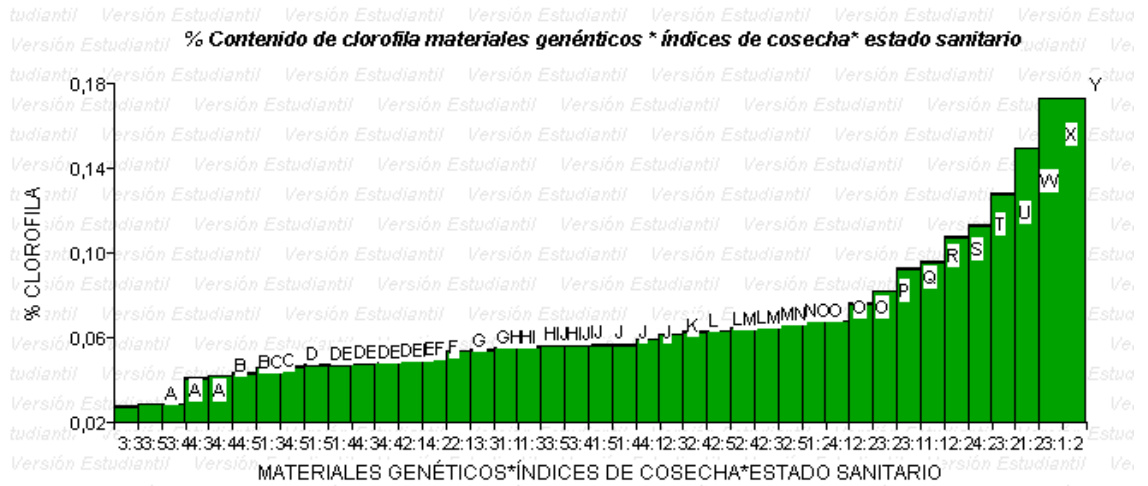


Gráfico 17. Porcentaje de clorofila(a) de los materiales genéticos *índices de cosecha* estado sanitario

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se determinó que la influencia fitosanitaria sobre la generación de alcaloides en cuatro genotipos en cinco índices de cosecha es evidente, puesto que existen diferencias significativas en la interacción de los factores (A*B*C), obteniendo como resultado en el cual presento menor porcentaje la V4 Ecotipo Peruano en el índice 5 (negro) con 1,36 % , la V4 Ecotipo local Peruano índice 4 (amarillo) 1,41 % y la V2 Guaranguito en el índice (Negro) 1,46 % las variedades mencionadas se encuentran en el estado sanitario plagado obteniendo un compartimiento en el rango A, mientras que la V1 450-Andino en el estado sanitario sano en el índice 2 (lima) con el 6,83 obtuvo un mayor porcentaje de alcaloide.

Con relación entre el contenido de alcaloides y el estado fitosanitario del cultivo de chocho se determinó que el contenido de alcaloide presenta en los dos estados sanitarios, el estado sanitario obtuvo el menor contenido de alcaloide con 2,68% y mayor contenido en el estado sanitario sano con 4,15%. Al obtener un porcentaje menor de alcaloide el mecanismo de defensa baja.

53

5.2 Recomendaciones

Desarrollar nuevas y mejores investigaciones agroindustriales, debido a que la principal limitación es el contenido de alcaloides que poseen en las hojas del cultivo de chocho, así extender y promover el uso del alcaloide.

Realizar investigaciones sobre la identificación, recuperación y cuantificación de los alcaloides es importante en el área agrícola; ya que puede ser una posible utilización como agentes fungicidas, insecticidas o nematocidas.

El chocho tiene buenos rendimientos agrícolas, que lo hacen un cultivo rentable, es necesario buscar nuevas alternativas de uso para minimiza la incidencia de plagas.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aimacaña, Á; Carlos, R. 2016. Identificación de las plagas en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* sweet) durante su desarrollo fenológico en la parroquia Eloy Alfaro (chan) cantón Latacunga provincia Cotopaxi (en línea) (En accepted: 2016-11-24t20:00:53z). . Consultado 20 jun. 2021. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3265>.
- Arguedas Gamboa, M; Rodríguez Solís, M; Guevara Bonilla, M; Esquivel Segura, E; Sandoval Rocha, S; Briceño-Elizondo, E. 2018. Incidencia y severidad de *Olivea tectonae* y *Rhabdopterus* sp. en plantaciones jóvenes de *Tectona grandis* l.f. bajo distintas modalidades de control de arvenses (en línea). *Agronomía Costarricense*. DOI: <https://doi.org/10.15517/rac.v43i1.35631>.
- Arias, L. (1985). Análisis Comparativos de Dos Métodos de Aislamiento y Determinación de Alcaloides de *Lupinus mutabilis*. (Disertación de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. pp. 57-60.
- Buñay, M; Armando, D. 2019. Evaluación de cinco controles alternativos para el manejo de barrenadores del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la parroquia Palmira, cantón Guamote, provincia de Chimborazo (en línea) (En accepted: 2019-05-23t14:54:16z). Consultado 13 abril.2021. Disponible en <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10742>.
- Cabrera-Carrión, JL; Jaramillo-Jaramillo, C; Dután-Torres, F; Cun-Carrión, J; García, PA; Rojas de Astudillo, L. 2017. Variación del contenido de alcaloides, fenoles, flavonoides y taninos en *Moringa oleifera* Lam. en función de su edad y altura (en línea). *Bioagro* 29(1):53-60. Consultado 25 abr. 2021. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1316-33612017000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Caicedo V., C; Peralta I., E. 1999. Chocho, fréjol y arveja, leguminosas de grano comestible, con un gran mercado potencial en Ecuador (en línea) (En accepted: 2015-05-21t13:41:59z). . Consultado 12 mar. 2021. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/510>.

- Campana, A. (1988). Efecto del Hervido y del Lavado, sobre el Peso, Volumen y Contenido de Alcaloides en el Grano de Tarwi. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Lima, Perú. pp. 303-305
- Cheza, F; Esteban, E. 2017. Determinación del contenido de antinutrientes en tres variedades de chocho (Andino INIAP 450, Guaranguito INIAP 451 y Criollo). (en línea) (En accepted: 2018-04-16t14:47:29z). . Consultado 21 abr. 2021. Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/14472>.
- Clément, A., Verfaille, T., Lormel, C. and Jaloux, B. (2015). A new color vision system to automatically quantify foliar discoloration caused by insect pests that nouran from leaf cells. *Biosystems Engineering*, 133, 128–140. doi: 10.1016 / j.biosystemseng.2015.03.007
- C. Jiménez Martínez, G. Loarca-Piña, G. Dávila Ortíz. Antimutagenic activity of phenolic compounds, oligosaccharides and quinolizidinic alkaloids from *Lupinus campestris* seeds. *Food Additives and Contaminants* 2003, 20 (10),940948. <https://doi.org/10.1080/02652030310001605998>
- Delaveau, P., Koudogbo, B. and Pousset, J.-L. (1973) Alkaloids in capparidaceae. *Phytochemistry*, 12 (12), 2893–2895. doi: 10.1016 / 0031-9422 (73) 80502-3
- Domínguez Soto, JM; Román Gutiérrez, AD; Prieto García, F; Acevedo Sandoval, O. 2012. Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos (en línea). *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 3(1):141-155. Consultado 27 abr. 2021. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342012000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Eduar Ortega-David, Aida Rodríguez-Stouvenel. Degradation of quinolizidine alkaloids of lupin by *Rhizopus oligosporus*. *Applied Microbiology and Biotechnology* 2013, 97 (11),47994810. <https://doi.org/10.1007/s00253-013-4736-x>
- FAO. 1989. Capítulo 1. Cosecha (en línea, sitio web). Consultado 25 jun. 2021. Disponible en <http://www.fao.org/3/y4893s/y4893s04.htm>.

- Flores, LAM; Ruivenkamp, G; Jongerden, J. 2017. Fitomejoramiento y racionalidad social: los efectos no intencionales de la liberación de una semilla de lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Ecuador* (en línea). Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología . DOI: <https://doi.org/10.7440/antipoda26.2016.03>.
- Ferguson, AW (1994). Plant pests and lesions on lupines in southern England. *Crop protection*, 13 (3), 201–210. doi: 10.1016 / 0261-2194 (94) 90079-5
- Fertibox, ÁGJ-TL. 2019. Extracción y cuantificación de clorofilas (en línea, sitio web). Consultado 27 abr. 2021. Disponible en <https://www.fertibox.net/single-post/clorofila>.
- Garcia, H. (2010). Pontificia universidad católica del ecuador sede ibarra. Recuperado 22 de noviembre de 2019, de <https://studylib.es/doc/7993711/pontificia-universidad-cat%C3%B3lica-del-ecuador-sede-ibarra>
- Gavilanes, M. (2003). HACCP para la planta de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) y especificaciones de la calidad del grano. (Disertación de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Guerra, P.C., C.B. Keil, P.C. Stevenson, D.F. Mina, S.T. Samaniego, I.E. Peralta & T.C. Chancellor (2016) Larval Performance and Adult Attraction of *Delia platura* (Diptera: Anthomyiidae) in a Native and an Introduced Crop, *Journal of Economic Entomology*, 110(1), 186–191.
- Guerrero, M. (1987). Algunas Propiedades y Aplicaciones de los Alcaloides del Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Quito, Ecuador. pp. 25-28
- Gutierrez, A; Infantes, M; Pascual, G; Zamora, J. 2016. Evaluación de los factores en el desamargado de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) (en línea). *Agroindustrial Science* 6(1):145-149. Consultado 15 mar. 2021. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6583414>.
- Gross R, von Baer E, Koch F, Marquard R, Trugo L, Wink M. 1988. Chemical composition of a new variety of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* cv. Inti) with low alkaloid content. *J. Food Comp. Anal.* 1, 353 – 361

- Grose, MJ (2012). The color of the plant as a visual aspect of biological conservation. *Biological conservation*, 153, 159-163. doi: 10.1016 / j.biocon.2012.05.008.
- Jacobsen, S., & Mujica, A. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 25
- Jacobsen SE, Mujica A. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés, 458 – 482
- Levesque, J., Jacquesy, R. and Pierre Foucher, J. (1982). Alcoyl-gluco-alkaloids: new isolated ingredients of *pauridiantha lyalii* brem (Rubiacees). *Tetrahedron*, 38 (10), 1417–1424. doi: 10.1016 / 0040-4020 (82) 80223-
- Kolodiy, P; Pidlypna, M. 2020. The Improvement of the Agricultural Yields Forecasting Model Using the Software Product “Land Viewer” (en línea). *Geomatics and Environmental Engineering* 14(1):5-67. DOI: <https://doi.org/10.7494/geom.2020.14.1.59>.
- López-Bellido, L. and Fuente, M. (1986). Lupine cultivation as an alternative source of protein. *Advances in agronomy*, 239–295. doi: 10.1016 / s0065-2113 (08)
- Magalhães, SCQ, Fernandes, F., Cabrita, ARJ, Fonseca, AJM, Valentão, P. and Andrade, PB (2017). Alkaloids in the valuation of *Lupinus* spp. Seed cultivation. *Crops and industrial products*, 95, 286–295. doi: 10.1016 / j.indcrop.2016.10.033
- Mazón, N; Peralta, E; Murillo, Á; Rivera, M; Guzmán, A; Pichazaca, N; Nicklin, C. 2016. IT'S NOT JUST THE TECHNOLOGY, IT'S THE SURROUNDING SYSTEM: HOW RESEARCHERS IN ECUADOR FOUND WAYS TO MAKE THEMSELVES USEFUL TO FARMERS THROUGH QUINOA AND LUPIN SEED SYSTEMS (en línea). *Experimental Agriculture* 55(S1):107-124. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0014479716000442>.
- Mina, D; Struelens, Q; Carpio, C; Rivera, M; Rebai, N; Rebaudo, F; Dangles, O. 2017. Lupin Pest Management in the Ecuadorian Andes: Current Knowledge and Perspectives. *Outlooks on Pest Management* 28(6):250-256. DOI: https://doi.org/10.1564/v28_dec_05.

- Monge Pineda, S. 2015. Desarrollo del método para la cuantificación de la clorofila-a en muestras de agua, por espectroscopia ultravioleta visible (en línea). bachelor. s.l., Universidad de El Salvador. 72 p. Consultado 21 abr. 2021. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8556/>.
- Morales, ERB. 2015. MANEJO DE CULTIVOS ANDINOS DEL ECUADOR. :145.
- Nicklin, C; Rivera, M; Nelson, R. 2006. Realizing the potential of an Andean legume: roles of market-led and research-led innovations. *International Journal of Agricultural Sustainability* 4:61-78. DOI: <https://doi.org/10.1080/14735903.2006.9686012>.
- Navarro, SB. 2012. Fisiología de Poscosecha. :24.
- ORTEGA-DAVID, Eduar; RODRIGUEZ, Aida; DAVID, Arturo and ZAMORA-BURBANO, Ángel. Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los Andes de Colombia. *Acta Agron.* [online]. 2010, vol.59, n.1, pp.111-118. ISSN 0120-2812.
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., Rivera, M., Rodríguez, D., Lomas, L., & Monar, C. (2012). *Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco*. Quito: Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP.
- Peralta 2016. s.f. s.l., s.e. Consultado 26 mar. 2021. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3938/1/iniapscdpCD99.pdf>.
- Peralta I., E; Murillo I., A; Mazón, N. 2015. Línea del tiempo. Mejoramiento genético de los granos andinos en Ecuador: Quinoa, chocho, amaranto y ataco (en línea) (En accepted: 2016-04-26t19:10:34z). . Consultado 13 mar. 2021. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2726>.
- Quedal, M. 2019. Estudio de la comercialización del chocho desamargado (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el Distrito Metropolitano de Quito (en línea) (En accepted: 2019-06-13t21:11:33z). . Consultado 13 mar. 2021. Disponible en <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6650>.

- Popenoe, H., S.R. King, J. Leon, L.S. Kalinowski, N.D. Viet-meyer & M. Dafforn (1989) *Lost Crops of the Incas Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation*. Washington, DC: The National
- Roberts, M. ed. 1998. *Alcaloides, Texto original: Aplicaciones bioquímicas, ecológicas y medicinales (en línea)*. s.l., Springer US. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2905-4>.
- Samaniego, S., P. Guerra, E. Peralta, F. Báez & N. Mazón (2015) Evaluation of three entomopathogenic microorganisms for the control of the seed fly (*Delia platura* Meigen) in the cultivation of lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet) in Ecuador, Quinua: V World Congress, II International Symposium of Andean Grains: Book of abstracts (sp). San Salvador de Jujuy, Argentina: Editorial from the National University of Jujuy
- Tapia ME. El medio, los cultivos y los sistemas agrícolas en los Andes del Sur del Perú. PISA, IICA-CIID. Cusco, Perú. 1982; 102 Pp
- Tapia, M.E. & A.M. Fries (2007) *Andean Crops Field Guide*, FAO and ANPE, Lima, 102.
- Torres F. *Lupinus mutabilis* Sweet. A potent food source from the Andean region. *Am. J. Clin. Nutrition*. 1976; 25:833.
- Villacrés, E; Peralta, E; Cuadrada, L; Revelo, I; y Abdo, R. S. 2008. Propiedades y aplicaciones de los alcaloides del chocho, *Lupinus Mutabilis* Sweet. Primera edición. Editorial Grafi stas; Quito Ecuador. Boletín Técnico 133; p 22.
- Wink, M. 2003. Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective (en línea). *Phytochemistry* 64(1):3-19. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00300-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00300-5).
- Zamora-Natera, Francisco, García-López, Pedro, Ruiz-López, Mario, Rodríguez-Macías, Ramón, and Salcedo-Pérez, Eduardo. (2009) Composition and concentration of alkaloids in *Lupinus Exaltatus* zucc. during its growth and development. *Interciencia*, 34 (9), 672-676. Retrieved on June 1, 2020, from
- Zamora-Natera, JF; Bernal-Alcocer, A; Ruiz-López, M. 2005. Perfil de Alcaloides de Semillas de *Lupinus exaltatus* Zucc. (Fabaceae) y la Evaluación Antifúngica del Extracto Alcaloideo y Lupanina contra Fitopatógenos. :7.

Zamora-Natera, F; García-López, P; Ruiz-López, M; Rodríguez-Macías, R; Salcedo-Pérez, E. 2009. Composición y concentración de alcaloides en *Lupinus Exaltatus* zucc. durante su crecimiento y desarrollo (en línea). *Interciencia* 34(9):672-676. Consultado 13 mayo. 2021. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0378-18442009000900015&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo1.Labores cutrales -preculturales



Anexo 2. Implementación diseño DBCA



62

Anexo 3. Siembra



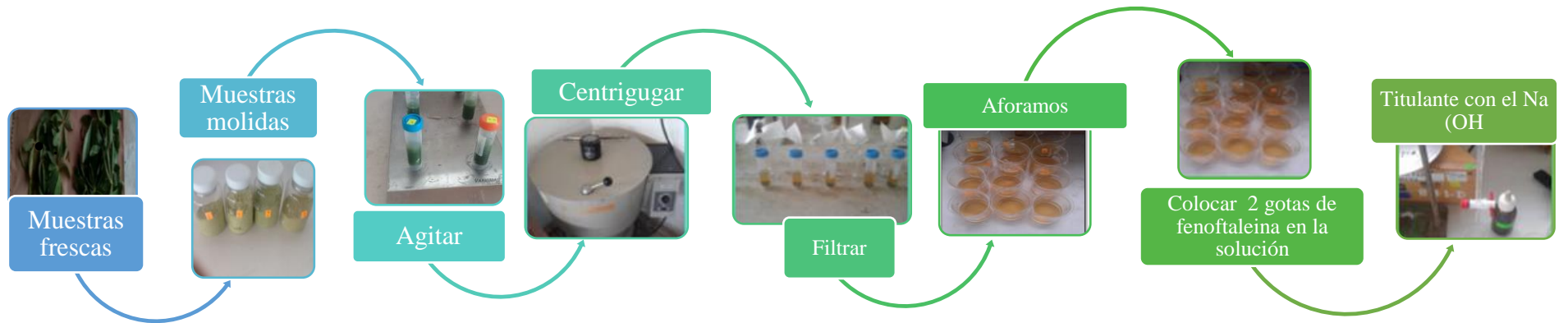
Anexo 4. Muestreo en campo



Anexo 5. Índices de cosecha



Anexo 6. Procedimientos para la determinación de contenido de alcaloide



Anexo 7. Procedimientos para la determinación de contenido de clorofila

