

Identificación del virus mosaico de caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) con especies indicadoras mediante pruebas de transmisión y propiedades físicas

por Keila Martínez Carranza

Fecha de entrega: 19-oct-2023 10:05a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2200789288

Nombre del archivo: TESIS_DE_Keila_Mart_nez_Carranza.docx (27M)

Total de palabras: 13796

Total de caracteres: 76296



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución -
4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



Obra publicada con autorización del autor



1
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

Identificación del virus mosaico de caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) con especies indicadoras mediante pruebas de transmisión y propiedades físicas

7
Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Keila Martínez Carranza
<https://orcid.org/0009-0004-7913-8965>

Asesor:

7
Ing. Eybis José Flores García
<https://orcid.org/0000-0002-4866-7248>

Tarapoto, Perú

2023



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

**Identificación del virus del mosaico del caupí
(*Vigna unguiculata* L. Walp) con especies
indicadoras mediante pruebas de transmisión y
propiedades físicas**

1
Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor

Keila Martínez Carranza

33
Sustentada y aprobada el 01 de setiembre del 2023, por los jurados:

Presidente de Jurado
Ing. Dr. Javier Ormeño Luna

Secretario de Jurado
Ing. M. Sc. Segundo Darío
Maldonado Vásquez

Vocal de Jurado
Blgo. M.Sc. César Quesquén López

Asesor **3**
Ing. Eybis José Flores García

Tarapoto, Perú

2023

Declaratoria de autenticidad

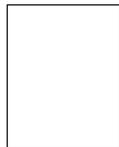
Keila Martínez Carranza, con DNI N° 71254862, egresado de la Escuela Profesional de Agronomía Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: Identificación del Virus del mosaico del Cauquí (*Vigna Ungüiculata* L. Walp) con especies indicadoras mediante pruebas de transmisión y propiedades físicas.

Declaramos bajo juramento que:

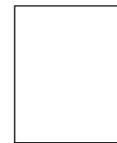
1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 01 setiembre de 2023.



Keila Martínez Carranza
DNI N° 71254862
Autor



Ing. Eybis José Flores García
DNI N° 01086239
Visto bueno Asesor

Ficha de identificación

Título del proyecto Identificación del Virus del mosaico del Caupí (<i>Vigna Ungüiculata</i> L. Walp) con especies indicadoras mediante pruebas de transmisión y propiedades físicas.	7 Area de investigación: Ciencias Agrícolas Forestales. Línea de investigación: Sanidad vegetal. Grupo: Control Biológico (GICONBIOL). Grupo de investigación (indicar resolución): N° 152-2022-UNSM/FCA/CF Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/> , Aplicada <input checked="" type="checkbox"/> , Desarrollo 3 experimental <input type="checkbox"/>
--	---

Autor: Keila Martínez Carranza	Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía https://orcid.org/0009-0004-7913-8965
--	--

Asesor: Ing. Eybis José Flores 3 García	Dependencia local de soporte: Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía Unidad o Laboratorio Agronomía https://orcid.org/0000-0002-4866-7248
--	--

Dedicatoria

A DIOS, por guiar mi camino y darme
la mano cuando más lo necesito.

A mis queridos padres: Abel Martínez y
Maruja Carranza que son mi motor y
motivo para culminar satisfactoriamente
mis estudios profesionales.

A mi hermana Noemí Martínez y mis
sobrinos Niger Loyola e Ivana Loyola
por su apoyo incondicional hacia mi
persona.

Agradecimientos

¹³ A DIOS; por la vida, la salud y la oportunidad de culminar una de ¹ mis metas trazadas en mi vida.

A mi querida familia ¹ por el apoyo incondicional en todo momento, por brindarme lo necesario para terminar la Carrera Profesional de Agronomía, por enseñarme los valores éticos y morales que permitieron mi madurez personal y profesional.

A mi asesor; Ing. Agrónomo ²⁰ Eybis José Flores García, Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín; por su apoyo, consejos y orientación brindada durante todo el desarrollo y cumplimiento del presente proyecto de tesis.

¹ A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento Académico Agrosilvo pastoril, Escuela Profesional de Agronomía - UNSM; por haberme brindado los conocimientos científicos durante los cinco años de permanencia académica.

A todos, muchas gracias

² Índice general

Ficha de identificación	5
Dedicatoria	6
Agradecimientos	7
Índice general	8
Índice de tablas	10
Índice de figuras	11
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	18
1.1. Antecedentes de la investigación	18
1.2. Fundamento teórico	20
1.2.1. Cultivo de caupí	20
1.2.2. De los virus fitopatógenos	21
1.2.3. Diagnóstico del virus del caupí	21
² CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación	28
3.1.1. Contexto de la investigación	28
3.1.1.1. Campo	28
a) Ubicación política	28
b) Ubicación geográfica	28
c) Contexto histórico	28
3.1.1.2. Laboratorio	28
a) Ubicación política	28
b) Ubicación geográfica	28
c) Contexto histórico	29
3.1.2. Periodo de ejecución	29

	9
3.1.3. Control ambiental y protocolos de bioseguridad	29
3.1.4. Aplicación de principios éticos internacionales	29
3.2. Sistema de variables.....	29
3.2.1. Variables principales.....	29
3.2.2. Variables secundarias.....	30
3.3. Diseño de la investigación	31
3.4. Procedimientos de la investigación.....	32
3.4.1. Actividad del objetivo específico 1	32
3.4.2. Actividad del objetivo específico 2.....	33
3.4.3. Actividad del objetivo 3.	36
3.4.4. Actividad del objetivo 4.	39
CAPÍTULO ²⁵ IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Resultados	40
4.2. Discusiones:.....	53
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	65

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de variables por objetivo específico.....	30
Tabla 2. Prueba de semilla en invernadero.....	40
Tabla 3. Prueba de semilla en campo.....	41
Tabla 4. Transmisión por áfidos en Caupí ojo negro (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp).....	51
Tabla 5. Propiedades físicas del Virus mosaico del Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp).....	51
Tabla 6. Resultado de la Prueba serológica echa en las instalaciones de SENASA	52
Tabla 7. Resumen de los síntomas presentado en las especies ades experimentales.	53

Índice de figuras

Figura 1 a) Siembra y b) observación del crecimiento de las plántulas en vivero.....	33
Figura 2 a. Riego y b. Evaluación de enfermedad viral en caupi <i>black eye</i> fundo Agroforestal Aucaloma.....	33
Figura 3 a) Recolecta de plantas con virus del caupí.....	34
Figura 4 a) Esterilizado de materiales y material vegetal. b) Trituración del material vegetal. c) Jugo de virus..	344
Figura 5 a) Espolvoreó con un abrasivo. b) Con el dedo índice se colocó en el jugo del virus. c) Se frotó suavemente con el jugo del virus.....	355
Figura 6 a) Caupí ojo negro. b) Cresta de gallo. c) Quinua.....	355
Figura 7 a) Ají limo se capturaron los áfidos. b) Los áfidos se colocaron en orégano orejón..	355
Figura 8 a) Los áfidos colocados en placa petri se colocó en plantas infectadas con virus. b) Se colocó en las hojas los áfidos para su transmisión.....	366
Figura 9 a) Material vegetativo de hojas de caupí triturado.. b) Filtrar el jugo de virus extraído.....	366
Figura 10 a)Etiquetado. b)Rotulado de muestras.	377
Figura 11 a) Carburundum b) Inoculación del virus en el haz de las hojas.....	377
Figura 12 Tubos con jugo crudo, sometidos a diferentes temperaturas .	38
Figura 13 Colocación de 1 mL de Mertiolate al jugo.	38
Figura 14 a) Recolección del material vegetativo. b) Colocar la muestra en bolsa esterilizada, recolección de muestra para envío a laboratorio .	39
Figura 15 a) Secado del material vegetativo. b) Empaquetamiento de las muestras obtenidas .	39
Figura 16 Punto clorótico.	41
Figura 17 Mancha Clorótica.	41
Figura 18 Necrosis de Nervadura.....	41

Figura 19 Porcentaje de plantas con síntomas locales.....	42
Figura 20 Porcentaje de plantas con puntos cloróticos.....	43
Figura 21 Porcentaje de plantas con mancha cloróticas.....	43
Figura 22 Porcentaje de plantas con necrosis de nervadura.....	44
Figura 23 Anillo de necrosis de nervadura.....	44
Figura 24 Mancha de necrosis de nervadura.....	44
Figura 25 Punto de necrosis de nervadura.....	44
Figura 26 Porcentaje de plantas con anillos necróticos.....	45
Figura 27 Porcentaje de plantas con manchas necróticas.....	45
Figura 28 Porcentaje de plantas con puntos necróticos.....	46
Figura 29 Plantas con síntomas sistémicos.....	46
Figura 30 Mosaico Leve.....	47
Figura 31 Mosaico Fuerte.....	47
Figura 32 Amarillamiento de hojas.....	47
Figura 33 Porcentaje de plantas con mosaico leve.....	47
Figura 34 Porcentaje de plantas con mosaico fuerte.....	48
Figura 35 Porcentaje de plantas con amarillamiento de hojas.....	48
Figura 36 Enanismo.....	49
Figura 37 Epinastia.....	49
Figura 38 Ampollamiento.....	49
Figura 39 Porcentaje de plantas con enanismo.....	49
Figura 40 Porcentaje de plantas con epinastia.....	50
Figura 41 Porcentaje de plantas con ampollamiento.....	50

RESUMEN

En la región San Martín, existen varias enfermedades que afectan a *Vigna unguiculata* L. conocida como "caupí" que presentan síntomas de mosaico leve y fuerte, también muestran otros síntomas, ocasionando bajo rendimiento, pero se desconocen su agente causante. Con el objetivo de identificar al agente causante del virus del mosaico del caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp). Se ejecutó la tesis en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín; realizando las pruebas de transmisión: en semilla evaluadas después de un mes de emergidas las plántulas; mientras la transmisión mecánica con jugo crudo en plantas indicadoras, prueba de insectos vectores se realizó con áfidos criados en plantas de orégano Orejón y puesta en ayuno durante dos horas; las propiedades físicas se realizó mediante la dilución en serie para el punto de dilución final, punto de inactivación termal y longevidad *in vitro*, complementada con la prueba serológica DAS-ELISA. Los resultados muestran que la transmisión del virus por semillas en caupí Variedad *Black eye* fue en vivero 1,29 % y campo experimental del Centro Agroforestral Aucaloma de 6,39%; la sintomatología en plantas indicadoras obtuvo síntomas locales en frijol panamito blanco y jaspeado, huasca poroto huallaguino, ashpa, *Chenopodium quinoa* y *Amaranthus amaranticolor* y síntomas sistémicos en caupí *Black eye* de vaina blanca blanco cumbaza, bayo ashpa, casma. La transmisión por insectos vectores (*Aphis* spp) fue de tipo no persistente en *Vigna unguiculata* L. Walp, Variedad *Black eye*. Los resultados de las propiedades físicas realizadas en *Vigna unguiculata* Variedad *Black eye*, su punto final de dilución fue de 10^{-3} a 10^{-4} , punto de inactivación termal 55 a 60 °C y longevidad *in vitro* infectivo por 48 horas. En conclusión, de las tres pruebas realizadas están relacionado con el *Bean common mosaic virus* y la prueba serológica DAS-ELISA confirma que virus del mosaico del caupí está presente en la región San Martín. Se agradece al jefe Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias por permitirme realizar el trabajo de investigación y la Servicio de Nacional de Sanidad Agraria del Perú por brindarme el servicio de Identificación Serológica del Virus.

Palabras clave: Virus, síntomas locales, síntomas sistémicos, caupí e infección.

ABSTRACT

In the San Martin region, there are several diseases affecting *Vigna unguiculata* L. known as "cowpea" that show symptoms of mild and strong mosaic, also showing other symptoms, causing low yields, however, the causal agent is unknown. In order to identify the causal agent of cowpea mosaic virus (*Vigna unguiculata* L. Walp), the present thesis was carried out at the Plant Health Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences of the National University of San Martin. The transmission tests were carried out on seed evaluated one month after seedling emergence, while mechanical transmission with raw juice on indicator plants and insect vectors was carried out with aphids reared on "Orejon" oregano plants and put to fasting for two hours; physical properties were performed by serial dilution for final dilution point, thermal inactivation point and in vitro longevity, complemented with the DAS-ELISA serological test. The results show that virus transmission by seeds in cowpea Black eye variety was 1.29% in the nursery and 6.39% in the experimental field of Centro Agroforestal Aucaloma; Symptomatology in indicator plants showed local symptoms in white and marbled panamito bean, huasca huallaguino bean, ashpa bean, *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus amaranticolor* and systemic symptoms in cowpea Black eye white pod, white cumbaza, bayo ashpa and casma. Transmission by insect vectors (*Aphis* spp) was of the non-persistent type in *Vigna unguiculata* L. Walp, Black eye variety. The results of physical properties performed on *Vigna unguiculata* Black eye Variety, final dilution point was 10^{-3} to 10^{-4} , thermal inactivation point 55 to 60 °C and in vitro infective longevity for 48 hours. In conclusion, the three tests performed are related to the Bean common mosaic virus and the DAS-ELISA serological test confirms that cowpea mosaic virus is present in the San Martin region. Thanks are due to the head of the Plant Health Laboratory of the Faculty of Agrarian Sciences for allowing the research work and to the National Service of Agrarian Health of Peru for providing the service of Virus Serological Identification.

Keywords: Virus, local symptoms, systemic symptoms, cowpea and infection.

3

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

El caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp) es una leguminosa tropical y subtropical, nativo de África Central donde se encuentra la mayoría de las variedades, cultivadas de forma extensiva en Asia, África, América (Norte, Centro y Sur), parte del sur de Europa e India; es una buena fuente de proteínas y carbohidratos (Singh et al., 2010), también es conocida como “lobía”, “chicharro”, “judía”, “guisantes”; en inglés Cowpea.

Las semillas de caupí contienen proteína 22-24%, hidratos de carbono 55-66%, grasa 1,8%, fibra 6,3%, hierro 0,005%, calcio 0,08 - 0,11%, vitamina A (UI) 60 mg, tiamina 0,5 mg, riboflavina 0,48 mg, ácido nicotínico 1,3 mg, biotina 202 mg, niacina 0,28 mg y aminoácidos esenciales (lisina, triptófano, leucina y fenilalanina) (Singh et al., 2010).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], citado en Chiquillo (2017), en el 2014 se produjeron alrededor de 25 millones de toneladas anuales de frijol en el mundo. En Colombia evaluaron ocho líneas de caupí, en las cuales, las líneas L-042 y L-047 tienen la mejor combinación de rendimiento de grano y contenidos de hierro, fósforo y proteína, también representan una alternativa para productores y consumidores de la región Caribe (Cardona-Villadiego et al., 2020).

El Perú, alcanzó una producción de caupí grano seco en miles de toneladas en el 2022 0,369 y en el año 2023 0,426 (Sistema Integrado de Estadística Agraria, 2023). El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2021), reporta la producción de 25,749 t en 16,532 ha y un rendimiento de 1558 kg/ha, siendo las principales regiones productoras de Ica, La libertad, Lambayeque, Lima, Loreto, Piura, San Martín, Tumbes y Ucayali. La región de San Martín tiene una producción de 1270 t en 1325 ha y un rendimiento de 958 kg/ha. Durante los 12 meses de 2022, Perú exportó 10.976.292 kilos de frijol castilla por un valor FOB de US\$ 14.675.744; revelando un moderado descenso desde los 12.734.858 kilos exportados en 2021 por US\$ 17.883.139 ingreso al fisco 0,562 millones de soles en el 2022 (Koo, 2023).

Las limitaciones bióticas más importantes de este cultivo son enfermedades producidas por hongos, virus y bacterias; las infecciones por virus es responsable de una cantidad significativa de pérdidas, que va del 10% al 100% (Kareem & Taiwo, 2007), así mismo puede reducir el rendimiento entre el 10 y 80% dependiendo del virus, cultivar o especie, y las condiciones ambientales (Fribourg, 2007).

El caupí, está bien adaptado a altas temperaturas y tiene varias limitaciones productivas en San Martín entre ellas; suelos ácidos y básicos, competencias con malezas, muchas variedades susceptibles a enfermedades con alta incidencia y severidad, que afectan su rendimiento y la calidad del grano.

La presencia de enfermedades causadas por virus de Caupí, que presenta los síntomas de enanismo que afecta peciolo, limbo y bordes de las hojas, raíces, flores y frutos; el mosaico con alternancia de color verde oscuro con verde claro con aclareo de nervaduras en hojas jóvenes; manchas cloróticas suaves o fuertes; necrosis que inician en el ápice de la yema y se generaliza toda la planta, con necrosis de nervadura y varias anormalidades como crecimiento desigual de hojas, tallos, flores y frutos; ampollamiento o levantamientos en limbo con verde normal en hojas con mosaico, encrespamientos y ondulaciones que se producen por reducciones locales en el crecimiento, siendo las más comunes y ocasionan bajos rendimientos en San Martín; pero se desconoce el agente causante de la enfermedad.

Existen varias enfermedades del caupí que presentan síntomas de mosaico entre ellas, *Bean Common mosaic virus* (BICMV) menciona (Fribourg, 2007), *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV); *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV); *Cucumber mosaic virus* (CMV) y *Bean golden mosaic virus* (BGMV) (Lima et al., 2005).

Existen diversos métodos para la identificación de virus (Fernández, 1995; Fribourg, 2007), entre ellas tenemos la transmisión por semilla, transmisión mecánica en plantas indicadoras, transmisión por insectos vectores, propiedades físicas (Punto final de dilución – PFD, punto de inactivación térmica – PIT y longevidad *invitro* – LIV), tamaño de las partículas mediante microscopía electrónica y serología mediante uso de anticuerpos.

Para la tesis y con fines de identificación del virus que causa mosaico en el caupí se realizó transmisión por semillas de *Vigna unguiculata* “Black eye”, en vivero y campo, sintomatología de plantas indicadoras (Fabáceas y Chenopodiaceae), transmisión por insectos – vectores en *Vigna unguiculata* “Black eye” con *Myzus persicae*; además se realizaron pruebas de propiedades físicas: Punto de dilución final, punto de inactivación térmica y longevidad *in vitro*, a esto se acompañará con un análisis serológico realizado por la identidad de Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú – SENASA.

Con los nuevos conocimientos adquiridos sobre la identificación del virus que causa el mosaico en caupí, permitirá a los agricultores y profesionales, que se dedican al asesoramiento y/o producción; obtener diagnósticos rápidos y manejar el virus mediante uso de semillas libre de virus, controlar insectos vectores para disminuir la incidencia y

severidad y como consecuencia se obtendrá mejores rendimientos de granos y con calidad.

El objetivo principal de identificar ⁵ el virus del mosaico del caupí ⁵ (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) con especies indicadoras mediante pruebas de transmisión y propiedades físicas; como objetivos específicos: 1. Determinar la infección de semillas *Vigna unguiculata*, variedad *Black eye* en vivero y a nivel campo en el Centro Agroforestal Aucaloma, 2. Realizar pruebas de transmisión mecánica y por insectos - vectores; 3. Evaluar propiedades físicas del ⁵ virus del mosaico del caupí y 4. Realizar pruebas serológicas para identificar ⁵ el virus del mosaico del caupí.

16 CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

El caupí (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) se domesticó originalmente en África subsahariana, probablemente tanto en el oeste como en el este, antes del 2500 a.c. y hacia el 400 a.c. en Asia, pero ahora se cultiva en todos los continentes excepto en la Antártida. Con recursos arqueológicos, textuales y genéticos; se ha reconstruido la propagación del caupí cultivado. Se produjo una mayor difusión como parte del intercambio Colombino, que llevó germoplasma africano al Caribe, el sureste de los Estados Unidos y América del Sur y germoplasma del Mediterráneo a Cuba, el suroeste de los Estados Unidos y el noroeste de México (Hermiter et al., 2020, p.1), genera recursos y población económica activa a millones de pequeños agricultores.

Se cultiva caupí aproximadamente 5220 ha en California y varios estados del medio oeste y del sur, en agosto del 2020 se observó una enfermedad viral que infectó al caupí en campos comerciales y ensayos de investigación en Nebraska, Estados Unidos, con base en la secuenciación de ARN y la serología, la especie del virus se identificó como el virus del mosaico de la alfalfa, siendo el primer reporte en los Estados Unidos (Harvenson y Porter, 2023, p.1).

14 La investigación sobre los virus se inició en el siglo XIX (Rivera & Wright, 2020), 10 los virus causan varias e importantes enfermedades vegetales y son responsables por pérdidas en el rendimiento y la calidad de los cultivos en todas partes del mundo (Gergerich & Dolja, 2006). Los virus son patógenos infecciosos intracelulares obligados, submicroscópicos, compuestos de ácido nucleico rodeado por una envoltura de proteína o lipoproteína. Carecen de vida independiente, pero se pueden replicar en el interior de células vivas, perjudicando en la mayoría de los casos a su hospedante en este proceso (Reynoso-Utrera, 2016).

Assunção et al., (2005, p. 274), en la Universidad Federal de Alagoas, mencionan que el caupí es una importante leguminosa cultivada principalmente por pequeños agricultores de la región Nordeste de Brasil y las enfermedades virales pueden ser el principal factor limitante en la producción de caupí, destacando el Virus del mosaico severo del caupí (CpSMV), familia Comoviridae, género Comovirus es una de las enfermedades más comunes y causa grandes pérdidas.

Oliveira et al., (2020, p. 1), en sus trabajo sobre ⁹revisión de la literatura, construida a partir de búsquedas en los bancos de investigación, en el portal de revistas CAPES y académico de Google, a través de artículos científicos, libros y monografías, en el período de 2015 a 2020, menciona que ⁹el *Virus del mosaico severo en el caupí* se clasifica en: susceptible, resistente o inmune, considerando que esta clasificación está relacionada con las ⁹reacciones sintomáticas presentes en el virus según su desarrollo en la planta y concluye que el uso de genotipos resistentes ha sido la forma más efectiva de controlar.

Boari et al. (2022), en un ensayo de mejoramiento genético de caupí, cultivar manteca en el campo experimental de Embrapa/Amazonía Oriental en Belém, Pensilvania, observaron una ²⁸alta incidencia de ¹³plantas que presentaron ¹³síntomas de infección viral, como ¹³mosaico, ¹³enrollamiento de la hoja, ¹³epinastia de la ¹³hoja y ¹³necrosis de la ¹³vena, que correspondía al BCMV-Br.

Devi et al., (2022), mencionan en su trabajo de investigación sobre el manejo sin plaguicida del *Virus del mosaico amarillo del caupí* (BYMV) (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) con enfoque ecológico en el cambio climático; el Mungbean yellow mosaic India virus - MYMIV es un problema grave en este cultivo durante el Kharif 2020-21.

El Panel de Sanidad Vegetal de la EFSA llevó a cabo una categorización de plagas del *Virus del mosaico del caupí* (CPMV) para la Unión Europea (UE), es un miembro del género *Comovirus* (familia Secoviridae) y se considera un patógeno principal que causa síntomas que van desde mosaico leve a severo, clorosis y necrosis, se ha informado esporádicamente en algunas otras especies cultivadas de la familia Fabáceas, actualmente está establecido y se dispone de métodos de detección e identificación como plaga cuarentenada por la UE (EFSA, 2022, p.1).

En el Perú, existen varias enfermedades causado por virus en caupi, pero hay deficiente información sobre su identificación por la escasez de investigadores dentro de la virología vegetal, el trabajo de investigación pretende cubrir ese vacío para incentivar estudio de los virus de los cultivos en general. Siendo los virus enfermedades de caupi muy importantes en San Martín, que muestran síntomas enanismos, mosaico, amarillamiento, manchas anulares, necrosis y anormalidades de crecimiento, con la finalidad de identificar el virus, se planteó los objetivos de realizar pruebas para observar semillas infectadas, transmisión en plantas indicadoras y otras especies de frejol de la región, trasmisión por insectos vectores, realizar propiedades físicas y la técnica de serología como sustento al trabajo realizado.

1.2. Fundamento teórico

1.2.1. Cultivo de caupí

El caupí, es una importante leguminosa en la alimentación humana, por lo que constituye una fuente de ingresos económicos, representa una excelente alternativa para un gran número de pequeños productores de la región Caribe (Zambrano, 2018) ; Siendo uno cultivo con mayor rentabilidad, demanda por los consumidores nacionales e internacionales de la exportación peruana; además el cultivo presenta ventajas como la reducción de la variabilidad climática y un menor uso de agua; que adquiere cada día más interés de investigación en nuestro país (Torres y Berrú, 2012).

Se puede obtener rendimiento y beneficio económico cuando se siembra como cultivo principal, ya que tratado adecuadamente, logra rendimientos de más de 2.500 Kg/Ha (Zambrano-Muñoz, 2018). En la región Caribe en Colombia, se registra rendimiento promedio de 1,7 t, el cual podría aumentar con la incorporación de prácticas sostenibles que tiendan a conservar la calidad de los suelos (Alban, 2012).

Singh, et al., (2023), menciona que el caupí (*Vigna unguiculata*) ($2n=2x=22$) pertenece a la familia Leguminosae; es importante cultivo que ocupa el segundo lugar después del maíz, se cultiva para alimentos y piensos en múltiples continentes África, Asia, Europa, Estados Unidos y América Central y del Sur; su grano compuesto por un 25% de proteína, varios minerales y vitaminas; es otro cultivo importante que es vital para abordar los desafíos actuales de seguridad alimentaria global que enfrenta el mundo.

Valladolid-Chiroque, (2016, p. 18), en su texto sobre leguminosas de grano cultivares y clases comerciales del Perú describe:

1. Castilla ojo negro; representa el 80% de la producción nacional y está destinada, mayormente, a la exportación. INIAA 432-viana verde, CAU 9 tolerante a virus, CB 88 resistente a virus, CB 46, Vaina blanca y La Molina.
2. "Chiclayo marrón", son variedades arbustivas cultivadas en la región selva, las variedades se adaptan mejor a los suelos de restinga y playa, gozan de la preferencia de los consumidores de esta región, sus variedades más importantes son: Playero INIAA con tolerancia a mustia hilachosa y virus, Yurimaguas con tolerancia a suelos ácidos, San Roque INIAA tolerante a suelos ácidos y enfermedades, seda mejorada.
3. El caupí, clase comercial "Chiclayo blanco", corresponde a variedades de grano crema, de tamaño pequeño y testa semibrillante que se producen en la Selva, es

tolerante a suelos, mustia y suelos ácidos. En la selva existen plantas arbóreas y rastreras.

Este cultivo en la región San Martín, se pudiera establecer donde hay escasez de agua para producir arroz y maíz, permitiendo una rotación de cultivo que bajaría muchas enfermedades, ahorro de agua; pero existen inconvenientes sobre problemas virales que se desconocen su forma de transmisión y permanecía en campo que fue necesario estudiarlo.

Fenología del caupí

³⁵ Las fases y etapas del cultivo de frijol caupí según Ramos & León (2009, p. 7), se divide en cuatro etapas: La fase inicial comprende desde la siembra a la primera hoja trifoliada que dura 20 días es decir de 0 a 20 días, la fase de desarrollo de la primera hoja trifoliada – floración – ³⁶ formación de vainas dura de 20 a 50 días, la fase fructificación **inicia** de la formación vainas hasta el llenado de vainas dura 30 días que va desde los 50 días hasta los 80 días y la fase de maduración que va desde la maduración hasta la cosecha que dura 10 días que va desde 80 a 90 días.

1.2.2. De los virus fitopatógenos.

Las hojas de la planta de frijol adquieren un aspecto amarillo intenso, con un aspecto de mosaico dorado brillante. Plantas infectadas hasta 20 días después emergencia, en el estado fenológico V3, puede mostrar una gran reducción en tamaño, aborto de flores, vainas deformadas, semillas descoloridas, deformes y de reducido tamaño, peso y calidad (Faria et al., 2016, p.5).

Cuanto más joven se infecta la planta, más significativo es el daño. Después de la floración, se reducen las pérdidas debidas al virus. el daño es proporcional al porcentaje de ¹ plantas infectadas por *Virus del mosaico dorado del frijol* (BGMV) y al estadio **el** desarrollo **de** la planta al momento de la infección (Quintela & Barbosa, 2015).

Taxonomía de los virus del caupí

¹⁴ Los virus, reciben una denominación que sintetiza datos sobre la planta en la cual se lo encontró, el síntoma más conspicuo de la enfermedad y la palabra virus (Rivera & Wright, 2020).

1.2.3. Diagnóstico del virus del caupí

¹¹ De acuerdo a las técnicas de diagnóstico de virus fitopatógenos descrita por **González-Garza**, (2017, pp. 591-592), dice que los síntomas causados por el virus en las plantas

enfermas son el primer medio de detección e identificación; sigue el uso de plantas diferenciales infectadas mediante transmisión mecánica, por injerto o vectores esto amplió la capacidad de detectar e identificar muchos virus fitopatógenos; también las pruebas serológicas utilizan la interacción de la proteína virales como antígenos con los anticuerpos producidos por vertebrado y por último la detección del ácido nucleico viral por hibridación de ácidos nucleicos o reacción en cadena de la polimerasa es más sensible.

- Síntomas

Los síntomas producidos por la inoculación mecánica de virus; pertenecen principalmente a las familias de solanaceae, chenopodiaceae, amaranthaceae, fabaceae y cucurbitaceae (Fribourg, 2007). Los síntomas de las hojas inoculadas por infección del virus pueden producir, manchas y anillos clorótico o necróticos, también llamado síntomas locales y los síntomas sistémicos pueden ocurrir o no invasión en el resto de la planta.

El *Virus del mosaico común del frijol* (BCMV), se encuentra ampliamente distribuido en todo el mundo y tiene síntomas como: mosaico de color verde oscuro o verde - amarillo claro; deformación de hojas, ampollamiento y epinastia. De acuerdo con la intensidad y gravedad del cultivar de frijol, estado de desarrollo (INIA, 2017, p.1). El BCMV se transmite por semilla y áfidos vectores no persistente.

Fribourg (2007), menciona que el BCMV Infecta en forma natural de las siguientes especies de leguminosas: *Phaseolus acutifolius*, *P. angularis*, *P. aureus*, *P. calcaratus*, *P. coccineus*, *P. lunatus*, *Lupinus luteus*, *Rhynchosia minima*, *Vigna unguiculata* y otros.

Los síntomas de plantas enfermas infectadas por *Virus del mosaico severo del caupí* (CPSMV), se encuentra subdesarrollado las venas principales, ampollas, enanismo y deformación de las hojas. En las plantas atacadas, las semillas se deforman y existen pérdida en el poder germinativo (Kareem y Taiwo, 2007).

La inoculación mecánica *Vigna unguiculata* a temperatura inferiores a 26 °C, induce manchas de síntomas cloróticas locales y sistémica de necrosis en los brotes, en las variedades de *Chenopodium quinoa*, *Chenopodium amaranticolor* y *Gomphrena globosa*; reaccionan con leves lesiones (Fribourg, 2007).

El *Virus del mosaico transmitido por el pulgón del caupí* (CABMV), causa mosaico severo, dependiendo de intensidad de los síntomas, en inoculaciones artificiales en *Vigna unguiculata*, producen lesiones locales cloróticas y necróticas, seguidas de

mosaico, ampolladuras y reducción del tamaño de la hoja (enanismo) (Lin, et al., 1981) citado por Fernández(1995).

El CMV, ocasiona síntomas sistémicos de mosaico y marcado ampollado, confinados a las hojas superiores. Algunos cultivares responden con deformación de hojas, que puede confundirse con efectos fitotóxicos. Dependiendo del cultivar se pueden observar moteado clorótico u oscurecimiento de nervaduras. Aunque a veces las plantas aparentemente se recobran de los síntomas, las chauchas nacen deformadas, moteadas y más pequeñas (Zitter y Murphy, 2009, p. 5). En general los síntomas son más marcados cuando la infección ocurre antes de la floración, en algunos casos, si la planta se enferma en estadios tempranos, puede producirse aborto y desarrollo anormal de flores, por lo que el rendimiento se ve afectado.

Las plantas infectadas por el *Bean golden mosaic virus* (BGMV), presenta síntomas de clorosis con moteados de color verde oscuro y se tornan color amarillo las hojas, produciendo enanismo. Las vainas tienden a producir semillas pequeñas, deformes y pierden color (Alejandro y López, 2017). La enfermedad que ataca diferentes cultivos de importancia agrícola como el frijol (*Phaseolus vulgaris* y *Vigna unguiculata*), la soya (*Gycine max* L.) y el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) (Toledo - Perdomo, 2019).

- Transmisión de virus por semillas

En un reciente estudio sobre la incidencia, prevalencia y distribución del virus en el suroeste de Nigeria en caupí. Reveló la incidencia de siete virus transmitidos por semilla (CPMMV, CABMV, BCMV - BICMV, CMV y SBMV) y una prevalencia de CPMMV en caupí encuestada en la región; tiene una alta incidencia de virus únicos y múltiples en el estado de Ondo en Nigeria en áreas afectadas en campos de caupí (Ogunsola et al., 2022).

El *Virus del mosaico común del frijol* (BCMV), del uso de semillas infectadas puede llegar la disminución del 50 al 80% de rendimiento (INIA, 2017). El porcentaje de transmisión por semilla de BCMV varía de 10% a 90%, dependiendo de la variedad y del estado en el cual es afectada la planta (CIAT, 1980).

La transmisión por semillas del aislado BCMV-Br: Para:1 por caupí manteca infectado con una tasa de transmisión 35%, con la pérdida de rendimiento del genotipo TUC 170 del caupí manteca 53 % en la producción de grano y un 47 % menos de vainas/planta, mientras que el genotipo TUC 178, registrado como cultivar BRS Natalina, se reveló inmune y puede servir en programas de mejoramiento de resistencia (Boari et al. 2022, p. 1).

Según Kareem et al., (2023), en su estudio determino la probabilidad de la transmisión por semillas en las líneas de cultivo de caupí, es evidente en todas las líneas de cultivo de caupí y "L-22-B" y "L-43-A" mostraron una tolerancia significativa a BCMV-BICM.

⁴ El *Virus del mosaico severo del caupí* (CPSMV), es transmitido por semilla del botánica de caupí de un porcentaje de 3 – 10 %, el virus es introducido en los campos de cultivo de caupí (Fribourg, 2007).

⁵ El CABMV, todas las variedades de poroto dieron positivo al CABMV y al CpSMV y ⁵ la transmisión del CABMV a través de semillas de poroto de la variedad San Francisco, presentando un porcentaje de transmisión del 6% (Godoy et al., 2014).

El CMV, existen varios mecanismos de transmisión de las cuales son: polen, contacto, plantas parásitas, algunas especies de plantas y semillas. La transmisión mecánica del virus resulta eficaz en condiciones experimentales (Muñoz, 2008). Su transmisión por semilla es de 4 – 28 % (Fernández, 1995).

- Pruebas de transmisión mecánica

La inoculación mecánica de los virus consiste en espolvorear con un abrasivo en el haz de las hojas y luego frotar utilizando un hisopo o el dedo índice mojado en jugo de extraído de una planta infectada luego se incuba; existen varios abrasivos como el carburundum 600 mesh (malla /pulgada cuadrada), talco, suelo fino que tiene como función producir pequeñas heridas en las células epidermales por donde el virus inicia su proceso de penetración e infección (Fribourg, 2007, p. 5 - 6). También como abrasivo ¹⁷ se puede utilizar partículas de oro de 1.6 μm de diámetro e inocularlo con dos disparos a una presión de helio de 320 psi (López - López, 2013).

La infección por BCMV – BICM tiene algunos síntomas foliares y la clorosis de las venas o de las nervaduras medias por CMV del frejol caupí; la mayoría de estos virus producen síntomas sistémicos como de mosaico, arrugado moteado, deformación de las hojas y retraso en el crecimiento (Ogunsola, et al., 2020).

Según Kareem, et al., (2023, p.1), en su estudio que realizó para caracterizar la cepa del BCMV Blackeye (BCMV-BICM) y determinar la probabilidad de transmisión por semillas en las líneas de cultivo de caupí. Los síntomas observados, encrespamiento de las hojas y mosaicos, eran típicos de la infección por BCMV-BICM y los resultados de ELISA confirmaron la presencia únicamente de BCMV-BICM. La línea 'L-22-B' tuvo el mayor rendimiento con 1653,9 kg/ha-1 seguido de 'L-43-A' (1072 kg/ha -1).

El-Sayed et al., (2023), al estudiar el rango de huéspedes, BCMV-BICM infecta solo ocho especies de plantas y cultivares de veinticuatro especies de plantas y cultivares que pertenecen a cuatro familias.

EL CPSMV varía con diferentes variedades, cultivar de caupí y momento de la infección, desde mosaico fuertes o moteados, ampollas, necrosis apical, deformación de las hojas y muerte de la planta (Fribourg, 2007).

Los síntomas producidos por el virus CABMV, pueden manifestarse de la siguiente manera: mosaico, manchas cloróticas, moteado, ampollamiento y deformación de las hojas, de acuerdo con el cultivar, estación y la forma de inoculación (Lima, et al., 2005).

El CMV, en la prueba de transmisión mecánica, ¹⁷ causa un deterioro del estado normal de la planta, modificando o interrumpiendo funciones vitales (germinación transpiración, y fotosíntesis) (QIU, et al., 2018). ²² Estas alteraciones del desarrollo de la planta a menudo conllevan un síntoma específico como mosaicos, moteados, distorsión de la estructura de las hojas, y retraso en el crecimiento de las plantas afectadas (Mochizuki, et al., 2012).

- Pruebas de transmisión por insectos vectores

La transmisión de insectos vectores, consiste en alimentar por 5 min de la planta fuente y luego permanece virulífero por 1 – 2 semanas, la persistencia del virus se incrementa con la alimentación de la planta fuente (Fribourg, 2007).

³² El *virus del mosaico común del frijol* (BCMV), es transmitido de insectos vectores en ³⁰ forma no persistente por al menos de 12 especies de áfidos de las siguientes especies como: *Myzus*, *Acyrtosiphon*, *Aphis*, *Brachycolus*, *Brevicoryne*, *Dactynotus*, *Hyadaphis*, *Macrosiphum* y *Megoura* dentro de los cuales destacan *Acyrtosiphon pisi*, *Aphis fabae* y *Myzus persicae* (Fribourg, 2007, p.94).

La transmisión de insectos de las especies de *aphis* del BCMV-BICM fue del 40% de infección (El-Sayed et al., 2023).

El CPSMV, es transmitido de forma natural por cerca de 10 especies de escarabajos que pertenece a la familia Chrysomelidae; siendo los más resaltantes *Ceratoma rutilicornis*, *C. trifurcata*. (Fribourg, 2007).

El CABMV, es una de las enfermedades virales en el cultivo de caupí, destacándose por su producción que provocan reducciones en el rendimiento, como el pulgón *Aphis craccivora* y enfermedades fúngicas, bacterianas y virales ²⁷ (Barros, et al., 2013; Boukar, et al., 2019).

El CMV, es transmitido más de 80 especies de pulgones de insectos – vectores, existen dos especies más eficiente *Aphis gossypii* y *Myzus persicae* y se dan en condiciones naturales (Muñoz, 2008).

La transmisión de virus (BGMV), que causa el insecto vector de *Bemisia tabaci*, ocasionan síntomas de debilitamiento en la planta por la extracción de nutrientes que afectan el crecimiento y producción del cultivo, desórdenes fisiológicos y la transmisión de virus (Cuellar, 2006).

En Centro América y El Caribe, el virus del mosaico dorado amarillo del frijol (BGYMV) es transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn). La infección del virus afecta el desarrollo de las vainas, reduce el peso y el rendimiento del grano retraso en el crecimiento, amarillamiento y clorosis en las hojas. Puede causar pérdidas de 30 a 100 % dependiendo de la variedad, edad de la planta y la población del vector mosca blanca (Mejía y Orlando, 2019, p. 6).

a) Propiedades físicas y prueba serológica

Las propiedades físicas son características biológicas que dan una estabilidad molecular de los tejidos infectados como: Punto final de dilución (PFD) es la máxima dilución de jugo capaz de producir infección. Punto de inactivación térmica (PIT) es la máxima temperatura que inactiva al virus cuando el jugo es calentado por 10 min entre 50 y 100°C. Longevidad *in vitro* (LIV) es el máximo tiempo que el virus permanece infeccioso en jugo almacenado a temperatura ambiente (Fribourg, 2007, p. 6).

El BCMV, presentan partículas que se inactivan en savia sometida a temperaturas entre 56 y 65°C que posee un punto final de dilución de 10^{-3} a 10^{-4} y son infectivas por unos cuatro días; se puede identificar por medios serológicos utilizando el método de los conjugados enzimáticos en su variante DAS – ELISA y DOT – ELISA (Fribourg, 2007).

El CpMSV se inactiva entre los 60 – 65 ° C, con un punto final de dilución 10^{-4} - 10^{-5} y longevidad *in vitro* de 2 días a temperatura de laboratorio (Fernández, 1995). El CpSMV se puede identificar por la prueba de difusión en gel, es un método práctico y rápido para la detección de este virus (Fribourg, 2007).

El BYMV tiene como inactivación térmica entre 50 y 60°C, un punto final de dilución entre 10^{-3} a 10^{-4} y longevidad *in vitro* en jugos extraídos alrededor de 24 a 48 horas a temperatura de laboratorio. El BYMV serológicamente en método de los conjugados enzimáticos (ELISA) (Bos 1970; Musil et al., 1975 y Zaumeyer & Thomas, 1957).

El CMV, como punto térmico de inactivación es 70°C, su punto final de dilución varía de 10^{-4} a 10^{-5} y conservan su infectividad in vitro durante tres a seis días a 23°C; se puede identificar por medios serológicos, en medio sólido del método de los conjugados enzimáticos (ELISA) (Milbrath et al., 1975).

El BGMV su punto de inactivación entre los 50 – 55 °C; punto final de dilución de 10^{-1} a 10^{-2} y longevidad en jugos extraídos alrededor de 72 horas a temperatura de laboratorio (Goodman y Bird, 1978) citado por Fernández (1995).

2 CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito y condiciones de la investigación**

3.1.1. **Contexto de la investigación**

3.1.1.1. **Campo**

a) **Ubicación política**

País: Perú

Departamento: San Martín

Provincia: Lamas

Distrito: Aucasoma

1 b) **Ubicación geográfica**

Latitud Sur: 6° 22' 52.8"

Longitud Oeste: 76° 26' 19.3"

Altitud: 674 m.s.n.m

c) **Contexto histórico**

29
El campo experimental se encuentra ubicado en el Centro Agroforestal de Aucasoma de la UNSM, donde se han desarrollado proyectos de investigación sobre mejora de suelos ácidos; actualmente hay instalaciones de algunas especies forestales, cultivos estacionales y perenne que toleren a suelos ácidos como la maíz, frejoles, mucuna, maní, plátano, cacao, coco, ají, café y cítricos.

3.1.1.2. **Laboratorio**

3 a) **Ubicación política**

País: Perú

Departamento: San Martín

Provincia: San Martín

Distrito: Morales

b) **Ubicación geográfica**

Latitud Sur: 6° 28' 43"

Longitud Oeste: 76° 22' 60"

Altitud: 290 m.s.n.m

c) Contexto histórico

1 El trabajo de tesis se realizó en el Laboratorio de Sanidad Vegetal - Fitopatología, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, ubicado en la Ciudad Universitaria, Distrito de Morales, Región San Martín.

3.1.2. Periodo de ejecución

Desde 2020 al 2022, por las restricciones de la pandemia del COVID-19. Además, se repitieron las pruebas para tener la seguridad de los síntomas observados en cada variable evaluada.

3.1.3. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

3 Eliminación de plantas infectadas por esterilización en húmedo en autoclave del material biológico y suelo, lavado de macetas con lejía e incineración de plásticos.

3.1.4. Aplicación de principios éticos internacionales

3 El trabajo se realizó considerando la conducta responsable de investigación, hay similitud dentro de los límites permitidos, se utilizó semillas de especies de plantas de las familias fabáceas, chenopodiaceae y amaranthacea. Todo material infectado con virus se eliminó previa esterilización con calor húmedo al 121 °C, por periodo de 20 minutos a 15 lb.

7 3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variables principales

a) Variable independiente

- Infección de semillas *Vigna unguiculata* L. Walp, Variedad *Black eye*.
- Transmisión mecánica y transmisión por vectores.
- Propiedades Físicas.
- Prueba serológica

b) Variable dependiente

- Vivero y a nivel de campo en el Centro Agroforestal Aucasoma
- 24 Plantas indicadoras y no indicadoras.
- Punto de dilución final, punto de inactivación termal y longevidad in vitro.
- Das-Elisa realizada en Laboratorio Referencial de SENASA LIMA.

3.2.2. Variables secundarias

- Condiciones normales de invernadero sin control de temperatura.
- Riego manual utilizando regadera.
- Preparación de plántulas en macetas.

²
Tabla 1.

Descripción de variables por objetivo específico.

Objetivo específico 1: Determinar la infección de semillas *Vigna unguiculata*, variedad *Black eye* en vivero y a nivel campo en el Centro Agroforestal Aucaloma.

³

Variable abstracta	Variable concreta	Medios de registro	Unidad de medida
Semillas de <i>Vigna unguiculata</i>		Semillas sembradas.	Plantas emergidas
infectadas con virus mosaico en vivero y campo.	Incidencia de	Contada de plantas emergidas.	Plantas sanas
		Plantas infectadas por virus.	Plantas enfermas con virus

Objetivo específico 2: Realizar pruebas de transmisión mecánica y por insectos – vectores.

³

Variable abstracta	Variable concreta	Medios de registro	Unidad de medida
Transmisión del virus del mosaico.	Transmisión mecánica.	Síntomas en plantas indicadoras	Enanismo. Arrosetamiento
		Síntomas en plantas	Mosaico suave o fuerte
		Síntomas en plantas	Mosaico brillante (cálico)
	Transmisión por vector.	Síntomas en plantas	Mosaico redondo y difuso (moteado)
		no indicadoras	Amarillamiento (clorosis)
		Síntomas en plantas indicadoras.	Manchas anulares
		Síntomas en plantas	Punto clorótico
			Punto necrótico
			Anillos incompletos
			Necrosis: manchas foliares regulares e irregulares, estrías, Necrosis generalizadas.

Anormalidades: Encrespamiento, epinastia, retorcimientos enrollamiento, ampollamiento, sobrecrecimientos bordes irregulares, filodeas, tumores

Objetivo específico 3: Evaluar propiedades físicas del virus del mosaico del caupí.

Variable abstracta	Variable concreta	Medios de registro	Unidad de medida
	Punto de inactivación termal.	Plantas sanas. Plantas enfermas.	Porcentaje de Plantas infectadas. Porcentaje de Plantas infectadas.
Propiedades físicas virus del mosaico.	Punto de dilución final. Longevidad in vitro.	Plantas sanas. Plantas enfermas. Plantas sanas. Plantas enfermas.	Porcentaje de Plantas infectadas.

Objetivo específico 4. Realizar pruebas serológicas para identificar el virus del mosaico del caupí.

Variable abstracta	Variable concreta	Medios de registro	Unidad de medida
Prueba serológica.	Plantas infectadas.	Prueba DAS- Eliza.	Muestras positivas.

Fuente: Elaboración propia

7 3.3. Diseño de la investigación

3.3.1. Tipo y nivel de la investigación

Tipo: Aplicada

Nivel: Descriptivo – Explicativo

3.3.2. Población y muestra

Población: Conformidad con cada objetivo.

Objetivo específico 1:

- Vivero: 400 plantas
- Campo: 720 plantas

Objetivo específico 2:

- Transmisión mecánica:
Plantas indicadoras: 6 plantas por cada variedad son las siguientes: Cauquí ojo negro, cauquí blanco cumbaza, cauquí bayo allpa, casma, panamito, huasca poroto huallaguino, allpa y cresta de gallo (total: 48 plantas) y 2 plantas de quinua (total: 4 plantas).
- Transmisión por insectos: 2 plantas entre *Vigna unguiculata*, *Chenopodium quinoa* y *Chenopodium amaranticolor* (Total: 6 plantas).

Objetivo específico 3: Propiedades físicas

- Punto de dilución final (10°ml hasta las 10⁻⁷ml y 4 plantas por cada dilución haciendo un total de 32 plantas).
- Punto de inactivación térmica (0°C hasta los 75°C y 4 plantas por cada dilución haciendo un total de 28 plantas).
- Longevidad invitro (0 horas hasta las 120 horas y 4 plantas por cada dilución haciendo un total de 24 plantas).

Objetivo específico 4: Pruebas serológicas (Se recolectó 30 hojas).

Muestra: Por planta inoculada y los testigos.

3

3.4. Procedimientos de la investigación.

3.4.1. Actividad del objetivo específico 1.

a. Prueba de semilla en vivero

En 16 bandejas germinadoras previamente distanciadas 5 x 5 cm, se sembró 25 semillas de frijol cauquí por cada bandeja, obteniéndose 400 semillas; luego se anotó las observaciones durante el crecimiento hasta un mes en estado de plántulas para determinar si existe transmisión por semilla y esta se expresó en porcentaje. La incidencia se determinó a través de la fórmula empleada por Fernández (1969), la que se expresa en porcentaje de acuerdo con la ecuación siguiente: Incidencia (I)= ((N° de individuos con síntomas de infección viral) / (N° total de individuos)) x 100.

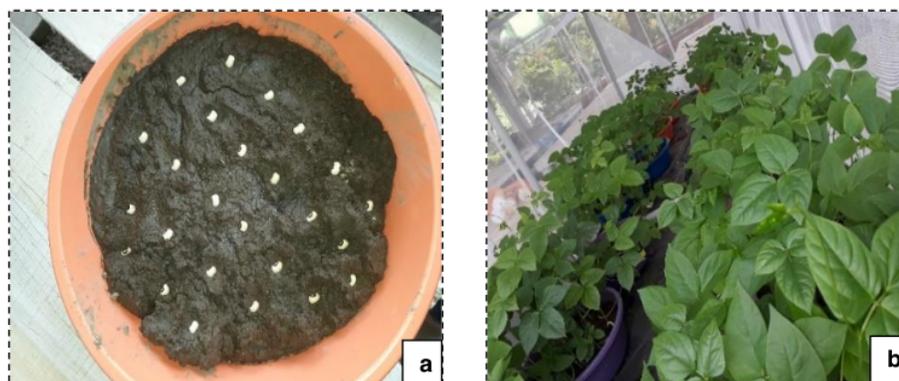


Figura 1.

a) Siembra y b) observación del crecimiento de las plántulas en vivero.

b. Incidencia a nivel campo en el Centro Agroforestal Aucaloma

Se instaló una parcela de 25 metros cuadrados con 10 filas a densidad de 50 cm entre filas y 20 cm entre plantas, por hoyo sembró tres semillas obteniéndose 720 plantas. La densidad siembra fue de 288,000 plantas por hectárea; para determinar si existe el virus por transmisión de semilla y esta se expresó en porcentaje.



Figura 2.

a) Riego y b) Evaluación de enfermedad viral en caupi black eye fundo Agroforestal Aucaloma.

3.4.2. Actividad del objetivo específico 2

Se realizó de acuerdo con Fribourg (2007), la metodología de transmisión mecánica y por insectos vectores.

a) Pruebas de transmisión mecánica en plantas indicadoras y no indicadoras

Se recolectó las partes enfermas de plantas con virus de Caupí en bolsas de papel. Luego con agua esterilizada se lavó hasta que quede limpio las hojas y se dejó en papel toalla para que filtre el exceso humedad.

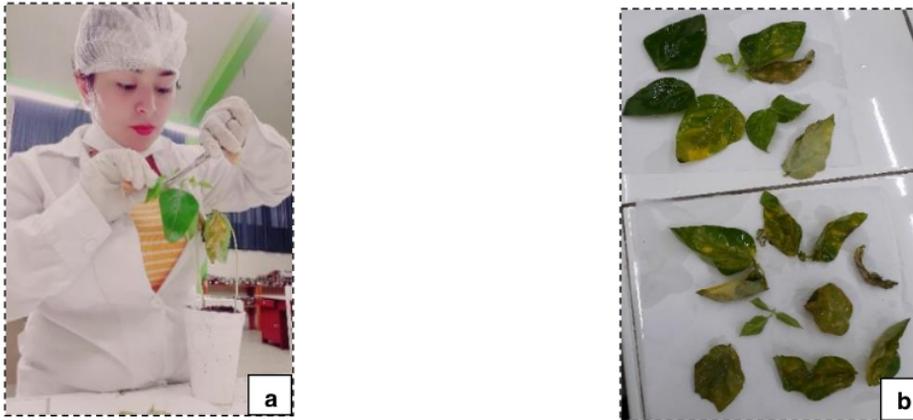


Figura 3.

a) Recolección de plantas con virus del caupí. b) Secado de hojas.

Se vierten las hojas enfermas en un mortero previamente esterilizado en una estufa a calor seco de 160°C con la solución amortiguadora o agua. Las hojas se triturarán en la solución amortiguadora hasta obtener jugo del virus de mosaico del caupí.

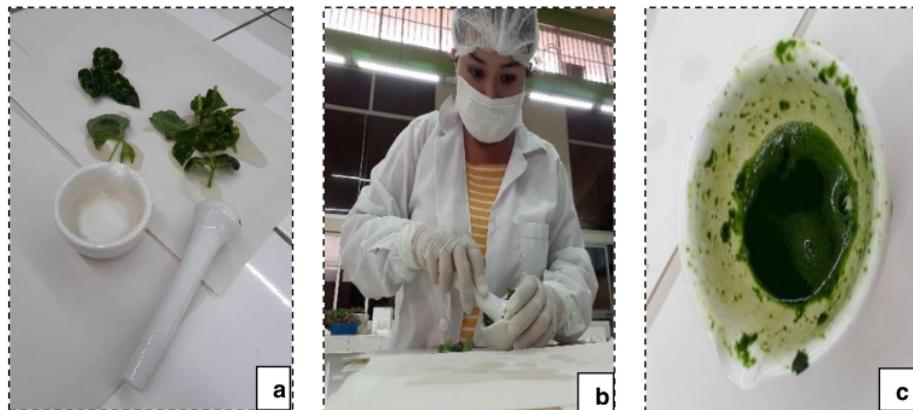


Figura 4.

a) Esterilización de materiales y material vegetal. b) Trituración del material vegetal. c) Jugo de virus.

Las plantas que se obtuvieron se espolvorearon con un abrasivo, todas áreas del haz de las hojas primarias a inocular. Después se lavó la mano con jabón carbónico, luego se enjuagó y se secaron con papel toalla, luego se introdujo el dedo índice al jugo crudo de virus y muy suavemente se frotó las hojas del caupí iniciando de la parte control de la nervadura hacia el borde dando dos repasadas evitando frotar muy fuerte, con esto quedarán inculados.



Figura 5.

a) Espolvoreó con un abrasivo. b) Con el dedo índice se colocó en el jugo del virus. c) Se frotó suavemente con el jugo del virus.

b) Pruebas de transmisión por insectos – vectores en plantas en Caupí Variedad Black Eye.

Se obtuvo plántulas de Caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp), Cresta de Gallo (*Chenopodium amaranticolor*) y Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para la transmisión de vectores no persistente.



Figura 6.

a) Caupí ojo negro. b) Cresta de gallo. c) Quinoa.

Posteriormente se criarán áfidos capturados de campo en cultivos de ají limo (*Capsicum chinensis*), se colectaron y se han colocados en hojas de orégano orejón (*Plectranthus amboinicus* L.) para su alimentación, para limpiar su estilete de los áfidos.

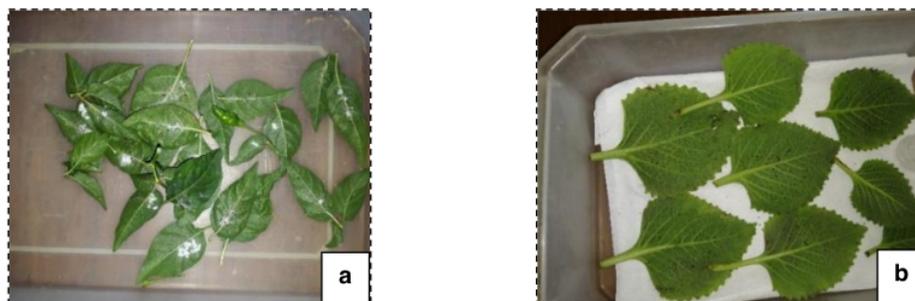


Figura 7.

a) Ají limo se capturaron los áfidos. b) Los áfidos se colocaron en orégano orejón.

Antes de proceder a la inoculación del virus por los áfidos, se dejó ayuno durante dos horas y se colocó 10 áfidos durante un minuto en plantas infectadas por virus en forma artificial y luego se trasladó a las plantas sanas de 5 min. Luego se observaron en forma diaria para determinar los síntomas de esta forma se comprobará si existe transmisión por insectos.

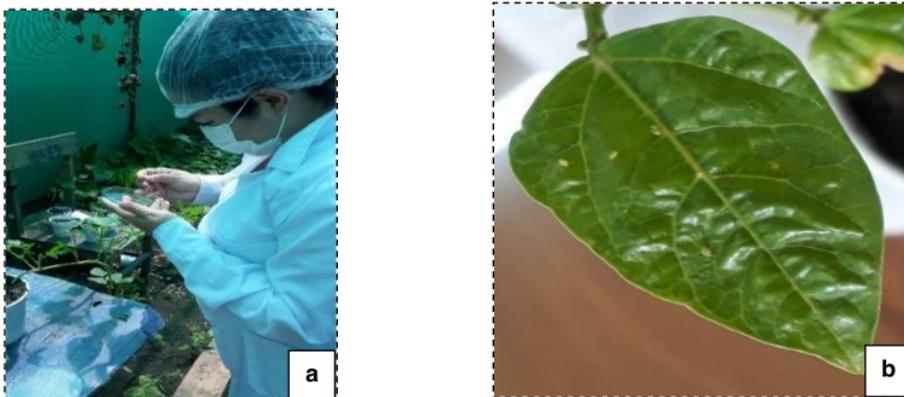


Figura 8.

a) Los áfidos colocados en placa petri se colocó en plantas infectadas con virus. b) Se colocó en las hojas los áfidos para su transmisión.

3.4.3. Actividad del objetivo 3.

Se realizó las propiedades físicas de acuerdo con la metodología de Fribourg (2007), cosechando partes enfermas de plantas del frejol caupí. Luego con agua esterilizada se lavó las hojas, se trituró en una bolsa de propileno hasta obtener jugo con el virus del mosaico; se colocó en un embudo gasa para filtrar para obtener el jugo crudo de virus para determinar las propiedades físicas.

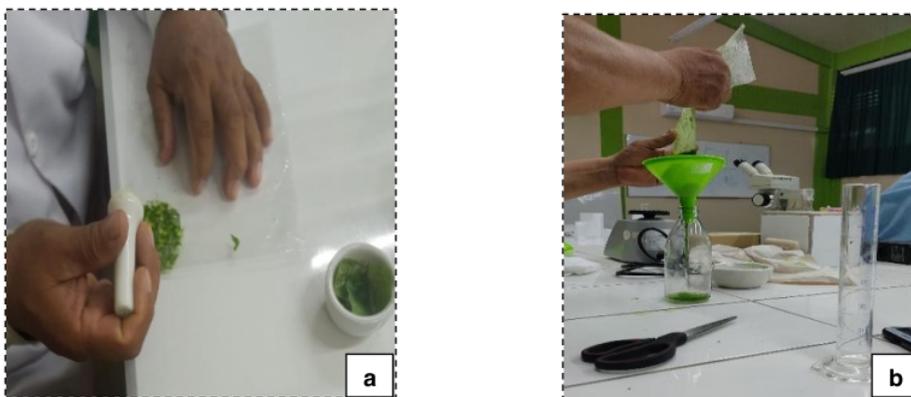


Figura 9.

a) Material vegetativo de hojas de caupí triturado. b) Filtrar el jugo de virus extraído.

a. Punto Final de Dilución

En tubos esterilizados se colocó 9 mililitros de agua destilada, luego al primer tubo se le adicionó un mililitro de jugo crudo y se rotuló como el tubo con dilución 10^{-1} y se tomó con una pipeta estéril un mililitro de la dilución rotulada como 10^{-1} y se añadió al tubo de dilución 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} hasta la 10^{-7} (Fribourg, 2007)

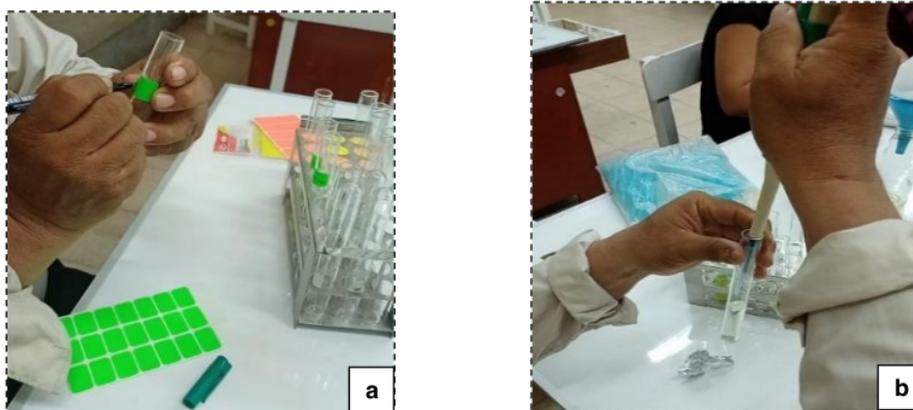


Figura 10.

a) Etiquetado. b) Rotulado de muestras.

Las plantas que se obtuvieron en las macetas de frejol caupí se polvorearon con un abrasivo toda el área del haz de las hojas a inocular. Terminando se lavó la mano con jabón carbólico, se enjuago y secan con papel toalla, luego introdujo el dedo índice al jugo crudo de virus, muy suavemente se frotó las hojas del caupí iniciando de la parte central de la nervadura hacia el borde dando dos repasadas para hacer heridas al ectodermo e inocular el virus; se recomienda evitar de frotar muy fuerte porque se ocasionar heridas muy grandes y causar daños notables.



Figura 11.

a) Carburundum. b) Inoculación del virus en el haz de las hojas.

b. Punto de Inactivación Térmica

A seis tubos de ensayo de 15mm x 150mm esterilizado y previo rotulado (Agua, 50°C, 55°C, 60°C, 65°C, 70°C y 75°C) se les agregó un mililitro de jugo crudo, cada tubo se introdujo en un baño María, por espacio de 10 minutos por cada temperatura fijada, luego se procedió a enfriar rápidamente en agua a chorro y se inocularon en cuatro plantas por maceta a temperatura Ambiente, luego se realizó la inoculación similar al proceso de la figura 11.



Figura 12.
Tubos con jugo crudo, sometidos a diferentes temperaturas.

c. Longevidad In vitro

Previamente al jugo crudo se le agregó 0,1 mL de merthiolate, a fin de evitar la presencia de agentes contaminantes y se le tapo con papel de aluminio. Se inoculó con jugo crudo dos plantas por maceta, por cada intervalo de tiempo (0, 24, 48, 72, 96 Y 120 horas) que el jugo crudo fue dejado a temperatura ambiente. Se repite la misma metodología que figura 11.



Figura 13.
Colocación de 1 mL de Mertiolate al jugo.

3.4.4. Actividad del objetivo 4.

Con la finalidad de tener una confirmación oficial por el Servicio de Sanidad Agraria, ente oficial del Perú con laboratorio de Fitopatología Acreditada, al nivel Nacional, muestra de las plantas infectadas fueron cosechadas en presencia del Blgo. Jorge Carlos Silva Rengifo del mencionado laboratorio, luego se procedió al empaquetado para realizar una prueba DAS-ELIZA, cuyos resultados se presentan como parte de confirmación de las tres variables evaluada anteriormente.

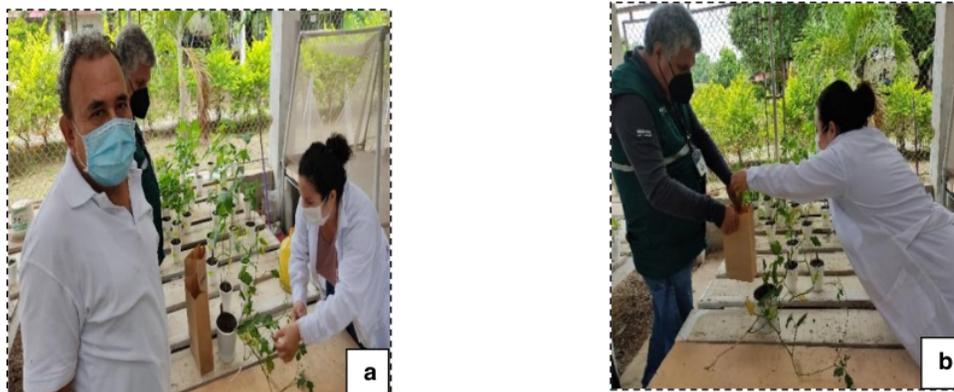


Figura 14.

a) Recolección del material vegetativo. b) Colocar la muestra en bolsa esterilizada, recolección de muestra para envío a laboratorio.

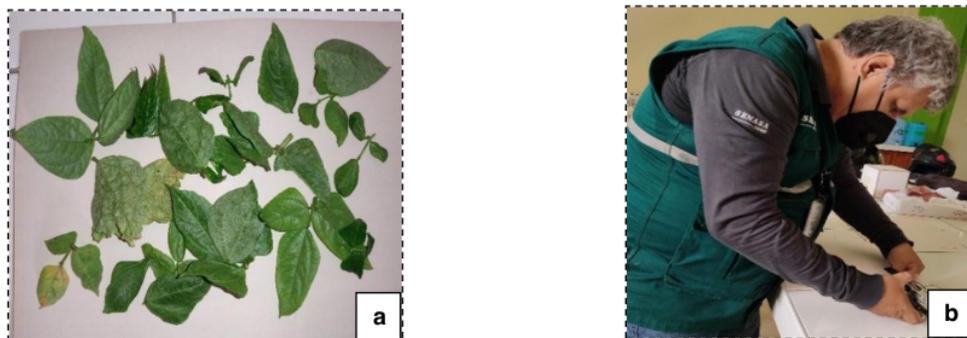


Figura 15.

a) Secado del material vegetativo. b) Empaquetamiento de las muestras obtenidas

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Incidencia de semillas *Vigna unguiculata* L. Walp, Variedad *Black eye* infectadas con el virus.

a. Prueba de transmisión del virus semilla de *Caupi Black Eye* en invernadero

Tabla 2.

Prueba de semilla en invernadero

Bandeja	Semillas sembradas	Plantas emergidas	Plantas infectadas por virus del mosaico	Incidencia
1	25	18	0	0,00 %
2	25	25	1	4,00 %
3	25	20	0	0,00 %
4	25	17	0	0,00 %
5	25	18	0	0,00 %
6	25	24	0	0,00 %
7	25	21	1	4,76 %
8	25	19	0	0,00 %
9	25	17	0	0,00 %
10	25	18	1	5,56 %
11	25	18	0	0,00 %
12	25	19	1	5,26 %
13	25	19	0	0,00 %
14	25	19	0	0,00 %
15	25	18	0	0,00 %
16	25	20	0	0,00 %
Total	400	310	4	1,29 %

Fuente: Elaboración propia

De las 16 bandejas sembradas con 25 semillas, de los cuales emergieron 310 plantas y 90 plantas no emergieron por pudrición debido al exceso de humedad del suelo, teniendo 77,50% de emergencia. De las 310 plantas emergidas y desarrolladas, 4 plantas de 21 días presentaron síntomas enanismo con entrenudo cortos, peciolo y hojas pequeñas; mosaico fuerte de color verde oscuro con aclareo de nervadura y manchas clorótica en las hojas jóvenes amarillas brillantes; manchas anulares de color marrón en envés de la hoja, necrosis de nervadura, con ampollamiento y levantamiento del limbo foliar que corresponde a una incidencia de 1,29% de infección del virus del mosaico de caupí (tabla 3). Bajo condiciones controladas sustrato desinfectado, techo y riego permanente.

b. Prueba de semillas en campo

Tabla 3.

Prueba de semilla en campo

Fila	Plantas totales	Plantas emergidas	Plantas enfermas	Incidencia %
1	72	70	4	5,56
2	72	72	3	4,17
3	72	72	6	8,33
4	72	72	2	2,78
5	72	72	4	5,56
6	72	72	3	4,17
7	72	72	7	9,72
8	72	71	8	11,11
9	72	72	5	6,94
10	72	71	4	5,56
Promedio Total	720	716	46	6,39

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la siembra de 720 semillas en 10 filas de 72 plantas, donde se apreció que 16 plantas presentaron síntoma del enanismo: entrenudos cortos, peciolo y hojas pequeñas; mosaico fuerte de color verde oscuro con aclareo de nervadura y manchas clorótica en las hojas jóvenes amarillas brillantes; manchas anulares de color marrón en envés de la hoja, necrosis de nervadura, con ampollamiento y levantamiento del limbo foliar, lo cual representa 6,39% de infección. Esto debido a las condiciones de otros factores del ambiente e insectos como diabrotica, hormigas, áfidos y epitrax del género Atta que afectan al cultivo.

4.1.2. Sintomatología en plantas indicadoras: pruebas de transmisión mecánica y por insectos – vectores

a) Pruebas de transmisión mecánica



Figura 16.
Punto clorótico.



Figura 17.
Mancha Clorótica.



Figura 18.
Necrosis de Nervadura.

Síntomas locales

De manera general se puede apreciar que caupí ojo negro, blanco cumbaza y bayo ashpa fueron las variedades más afectadas por el virus, dado que presentaron gran diversidad de síntomas locales. El caupí bayo ashpa fue afectado síntomas de punto clorótico, mancha clorótica, necrosis en nervadura, anillo necrótico mancha necrótica y punto necrótico, mientras que el caupí ojo negro y el caupí blanco cumbaza fueron afectados por todas ellas a excepción del anillo necrótico y la mancha necrótica, respectivamente.

De forma adicional, cabe mencionar que *Chenopodium quinoa* fue afectada fuertemente por el punto clorótico y mancha clorótica y que la sintomatología local que más frecuentemente afectó a las plantas del estudio fue el punto clorótico y el punto necrótico.

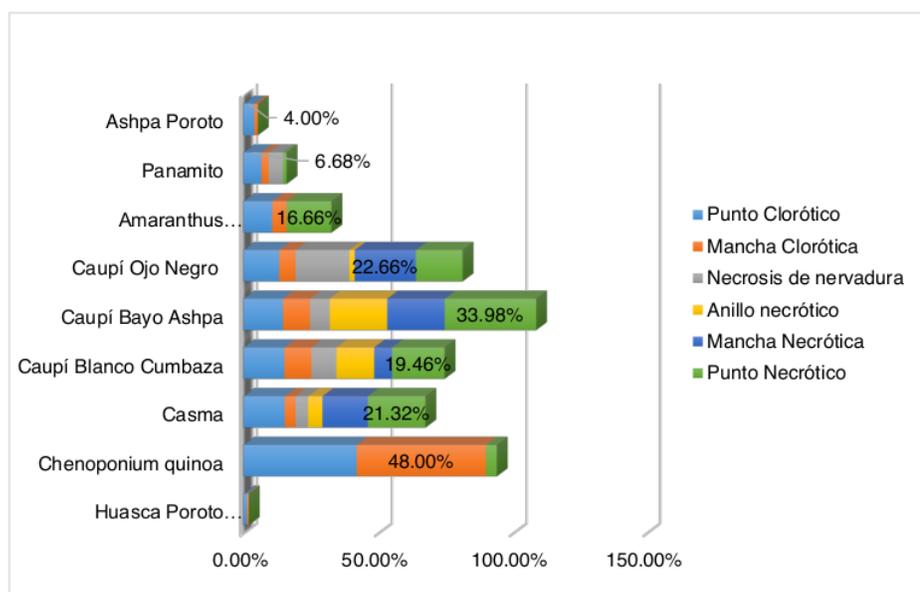


Figura 19.
Porcentaje de plantas con síntomas locales.

Punto clorótico

El porcentaje de plantas con puntos cloróticos varió desde 1,34 % (Huasca poroto huallaguino) hasta 42% (*Chenopodium quinoa*). La figura indica que *Chenopodium quinoa* presentó el porcentaje más alto de plantas con hojas cloróticas, seguido de casma, caupí blanco cumbaza, caupí bayo ashpa y caupí ojo negro que mostraron porcentajes estadísticamente similares entre sí de 15,34 %, 15,18%, 14,68 % y 13,32%, respectivamente. Adicionalmente, *Amaranthus amaranticolor*, panamito, ashpa poroto y

huasca poroto huallaguino presentan bajos valores de porcentaje de plantas con hojas cloróticas (10,66%, 6,68%, 4% y 1,34%) los cuales fueron estadísticamente similares entre sí.

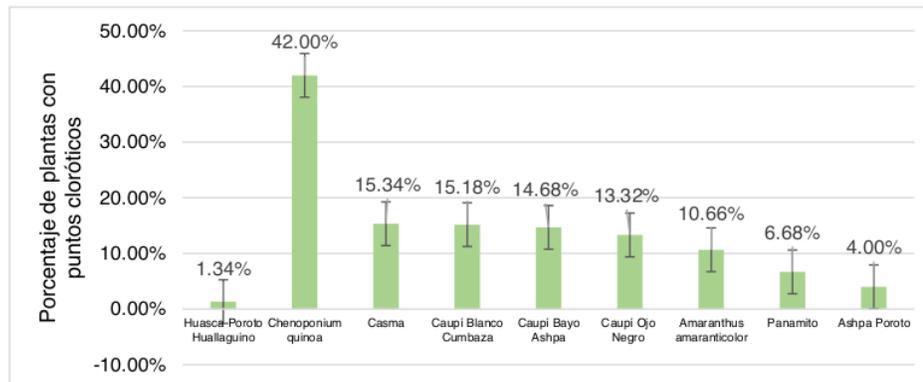


Figura 20.
Porcentaje de plantas con puntos cloróticos.

Mancha clorótica

El porcentaje de plantas con hojas cloróticas varió desde 0,66% (Huasca poroto huallaguino) hasta 48% (*Chenopodium quinoa*). La figura indica que *Chenopodium quinoa* presentó el más alto porcentaje de plantas con hojas cloróticas, el cual fue estadísticamente distinto al de caupí blanco cumbaza, caupí bayo ashpa, caupí ojo negro, *Amaranthus amaranticolor*, casma, panamito, ashpa poroto y huasca poroto huallaguino que presentaron valores similares entre si (10%, 10%, 6%, 5,34%, 4%, 2,68%, 1,34% y 0,66%).

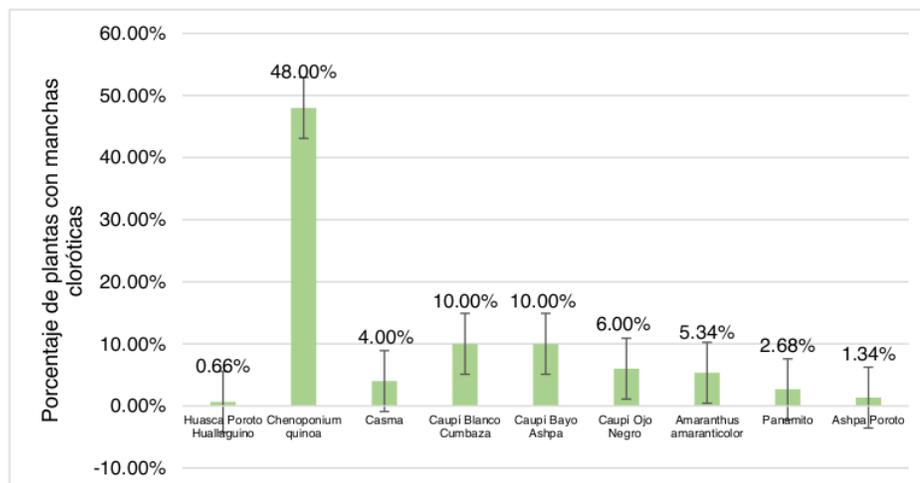


Figura 21.
Porcentaje de plantas con mancha clorótica.

Necrosis de nervadura

El porcentaje de plantas con hojas cloróticas varió desde 0% (Huasca poroto huallaguino, ashpa poroto, *Amaranthus amaranticolor* y *Chenopodium quinoa*) hasta 20% (Caupí ojo negro). La figura indica que caupí ojo negro tuvo el más alto porcentaje de plantas con necrosis en la nervadura, seguido de caupí blanco cumbaza y caupí bayo ashpa, ambos con un porcentaje estadísticamente similar entre sí de 9,32 y 7,34%, respectivamente. De forma adicional, casma y panamito presentan bajos porcentajes de plantas con hojas cloróticas (4,66% y 5,32%).

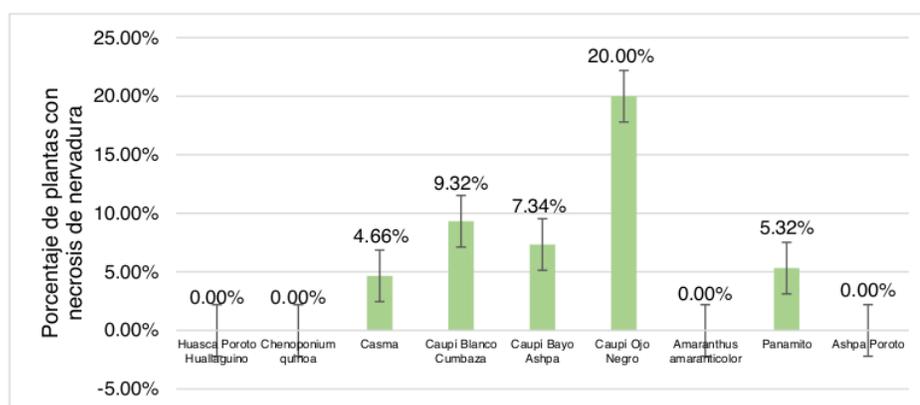


Figura 22.
Porcentaje de plantas con necrosis de nervadura.



Figura 23.
Anillo de necrosis de nervadura.



Figura 24.
Mancha de necrosis de nervadura.



Figura 25.
Punto de necrosis de nervadura.

Anillo necrótico

El porcentaje de plantas con anillos necróticos varió desde 0% (Panamito, huasca poroto) hasta 21.32% (Caupí bayo ashpa). La figura indica que caupí bayo ashpa reportó el porcentaje más alto de plantas con anillos necróticos, seguido de caupí blanco cumbaza con un porcentaje estadísticamente similar de 14%. Por otra parte, casma y caupí ojo negro tienen los valores más bajos de porcentaje con anillos necróticos (5,32% y 2%).

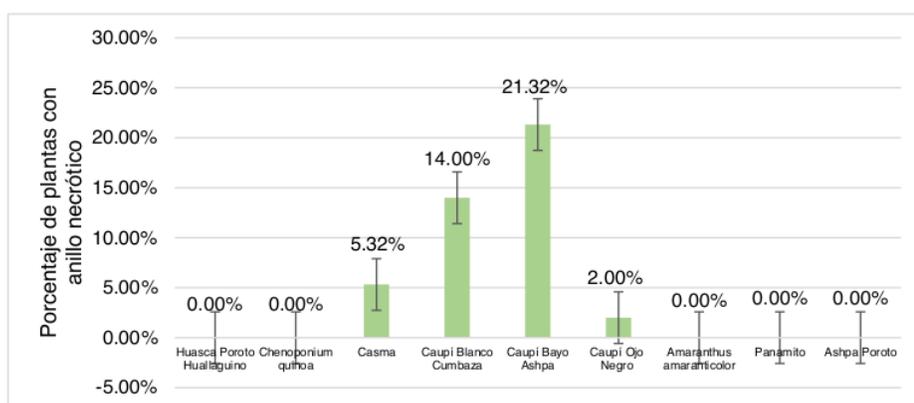


Figura 26.
Porcentaje de plantas con anillos necróticos.

Mancha necrótica

El porcentaje de plantas con manchas necróticas varió desde 0% (Panamito, huasca poroto huallaguino, ashpa poroto, *Amaranthus amaranticolor* y *Chenopodium quinoa*) hasta 22.66% (Caupí ojo negro). La figura indica que caupí ojo negro presentó el porcentaje más alto de plantas con manchas necróticas, seguido de caupí bayo ashpa y casma que tuvieron porcentajes de 21,34% y 18,68%. Estas tres especies vegetales presentaron porcentajes estadísticamente similares entre sí. Por otra parte, caupí blanco cumbaza solo reportó un 6,66% de plantas con manchas necróticas.

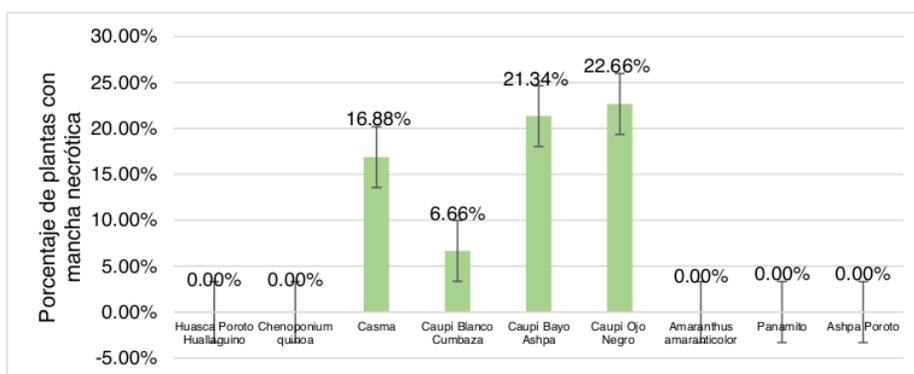


Figura 27.
Porcentaje de plantas con manchas necróticas.

Punto necrótico

El porcentaje de plantas con puntos necróticos varió desde 0 % (Huasca poroto huallaguino y ashpa poroto) hasta 21.32% (Casma). La figura indica que Casma presentó el porcentaje más alto de plantas con puntos necróticos, seguido de caupí bayo ashpa con un porcentaje estadísticamente similar de 33,98%. Adicionalmente caupí

blanco cumbaza, caupi ojo negro y *Amaranthus amaranticolor* presentaron valores medios de porcentaje de plantas con puntos necróticos (19,46%, 17,34% y 16,66%) seguidos de *Chenopodium quinoa* y panamito que tuvieron los menores valores (4% y 1,34%).

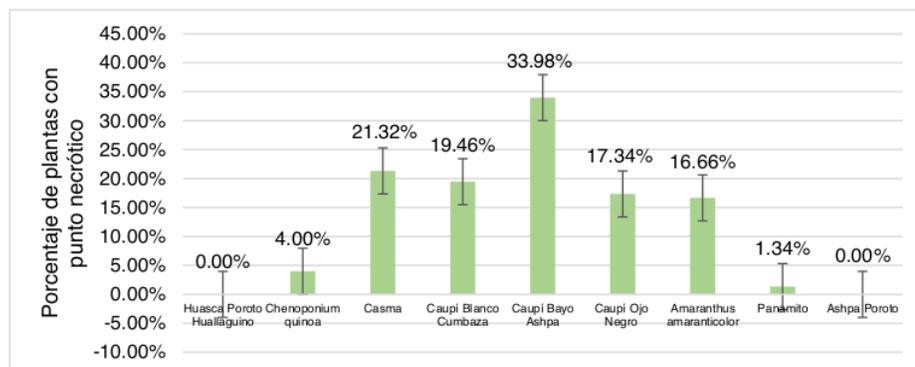


Figura 28.

Porcentaje de plantas con puntos necróticos.

Síntomas sistémicos

De manera general, se puede observar que las variedades de Caupí (Ojo negro, blanco cumbaza y bayo ashpa) fueron las más afectadas por el virus, dado que presentaron gran diversidad de síntomas sistémicos. Tanto el caupí ojo negro como el caupí bayo ashpa fueron afectados por todas las sintomatologías sistémicas (mosaico, mosaico fuerte, amarillamiento, enanismo, epinastia y ampollamiento) mientras que el caupí blanco cumbaza fue afectado por todos los síntomas menos el amarillamiento. Asimismo, cabe mencionar que la sintomatología sistémica que más frecuente y fuertemente afectó a las plantas del estudio es la epinastia.

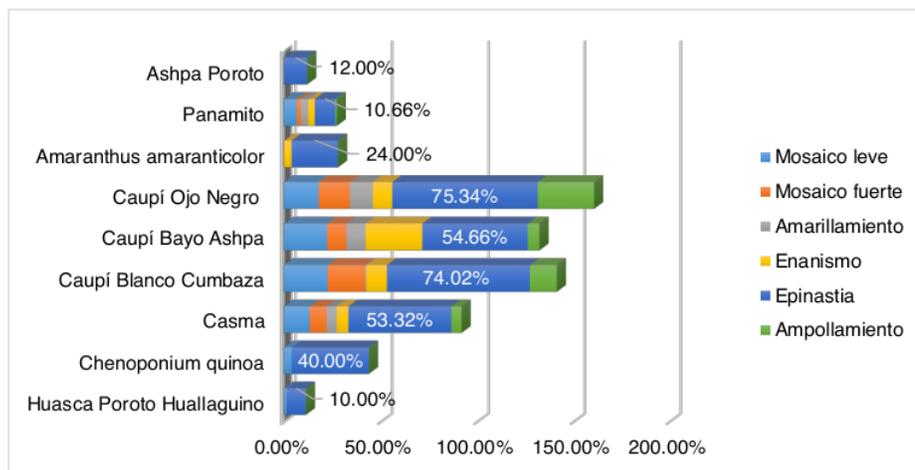


Figura 29.

Porcentaje de plantas con síntomas sistémicos.



Figura 30.
Mosaico leve.



Figura 31.
Mosaico fuerte.



Figura 32.
Amarillamiento de hojas.

Mosaico leve

El porcentaje de plantas con mosaico varió desde 0% (Ashpa poroto, *Amaranthus amaranticolor* y *Chenopodium quinoa*) hasta 22,68% (Caupi blanco cumbaza). La figura indica que caupí blanco cumbaza presentó el porcentaje más alto de plantas con mosaico, seguido de caupí bayo ashpa con un porcentaje estadísticamente similar de 22.34%. De forma adicional, caupí ojo negro y casma reportaron valores medios estadísticamente similares entre sí de porcentaje de plantas con mosaico (18% y 13,36%), seguidos de panamito y huasca poroto que presentaron los menores valores (6.66% y 1.34%).

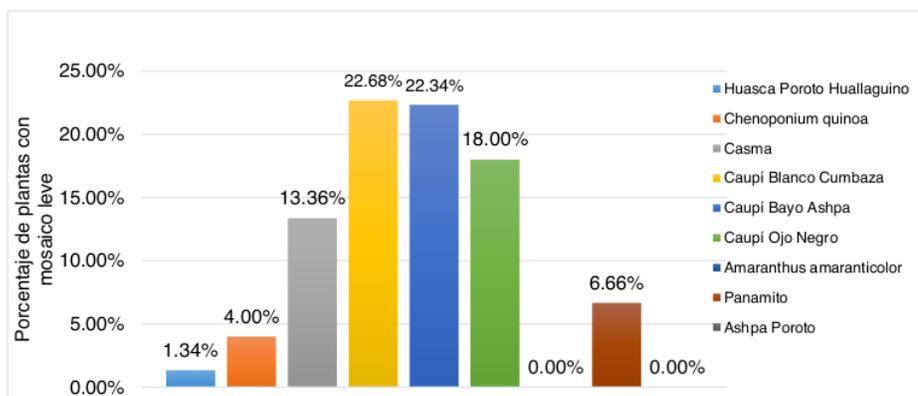


Figura 33.
Porcentaje de plantas con mosaico leve.

Mosaico fuerte

El porcentaje de plantas con mosaico fuerte varió desde 0% (Huasca poroto huallaguino, ashpa poroto, *Amaranthus amaranticolor* y *Chenopodium quinoa*) hasta 19.34% (Caupi blanco cumbaza). La figura indica que caupí blanco cumbaza presentó el porcentaje más alto de plantas con mosaico fuerte, seguido de caupí ojo negro con un porcentaje

estadísticamente similar de 16,12%. Por otra parte, caupí bayo ashpa, casma y panamito tuvieron los valores más bajos de porcentaje de plantas con mosaico fuerte (10%, 8,68% y 2%).

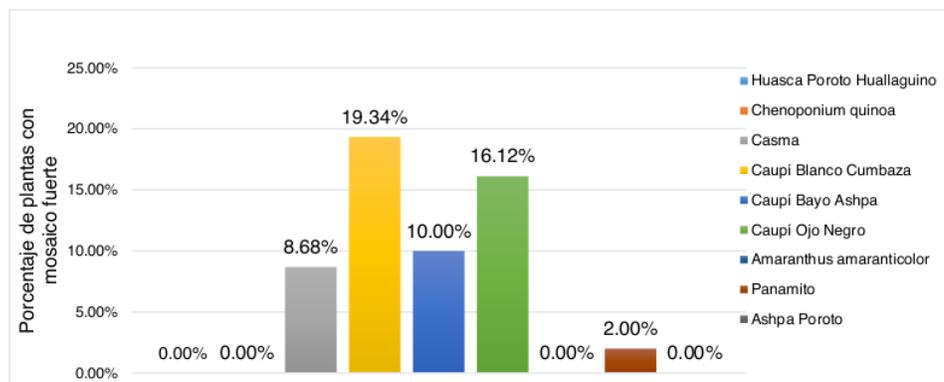


Figura 34.
Porcentaje de plantas con mosaico fuerte.

Amarillamiento

El porcentaje de plantas con amarillamiento varió desde 0% (Huasca poroto huallaguino, ashpa poroto, *Amaranthus amaranticolor* y *Chenopodium quinoa*) hasta 12% (Caupí ojo negro). La figura indica que caupí blanco cumbaza presentó el porcentaje más alto de plantas con amarillamiento, seguido de caupí bayo ashpa, casma y panamito, los 3 con un porcentaje estadísticamente similar entre sí de 7.34%, 5.34% y 4%, respectivamente. Por otra parte, caupí blanco cumbaza reportó el valor más bajo de porcentaje de plantas con amarillamiento (0.66%).

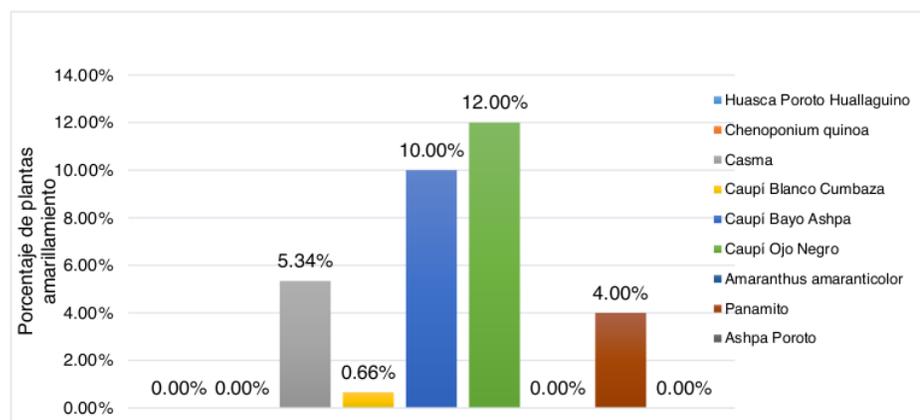


Figura 35.
Porcentaje de plantas con amarillamiento de hojas.



Figura 36.
Enanismo.



Figura 37.
Epinastia.



Figura 38.
Ampollamiento.

Enanismo

El porcentaje de plantas con enanismo varió desde 0% (Huasca poroto huallaguino, ashpa poroto y *Chenopodium quinoa*) hasta 29.34% (Caupí bayo ashpa). La figura indica que caupí bayo ashpa presentó el porcentaje más alto de plantas con enanismo, seguido de caupí blanco cumbaza, caupí ojo negro y casma, los 3 con porcentajes estadísticamente similar entre sí de 10,68%, 10% y 6%, respectivamente. Por otro lado, *Amaranthus amaranticolor* y panamito tuvieron el valor más bajo de porcentaje de plantas con enanismo (4% y 3,34%).

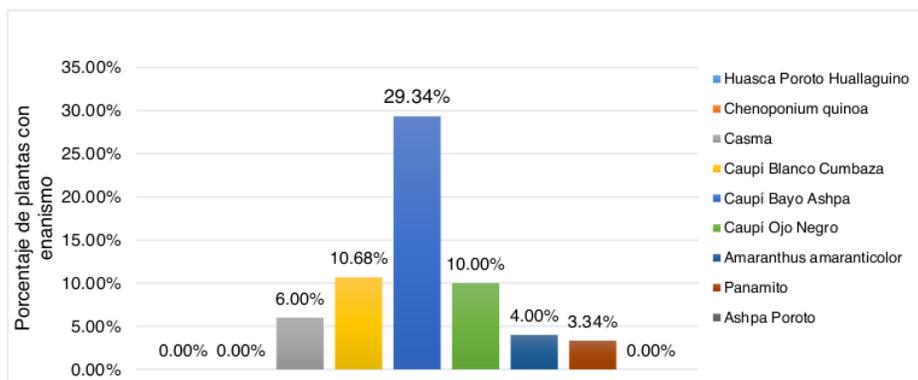


Figura 39.
Porcentaje de plantas con enanismo.

Epinastia

El porcentaje de plantas con epinastia varió desde 10% (Huasca poroto huallaguino) hasta 75.34% (Caupí ojo negro). La figura indica que caupí ojo negro tuvo el porcentaje más alto de plantas con epinastia, seguido de caupí blanco cumbaza con un porcentaje estadísticamente similar de 74.02%. Adicionalmente, caupí bayo ashpa, casma, *Chenopodium quinoa* y *Amaranthus amaranticolor* presentaron valores medios similares de porcentaje de plantas con epinastia (54,66%, 53,32%, 40% y 24%) seguidos de

ashpa poroto, panamito y huasca poroto huallaguino que reportaron los valores más bajos (12%, 10,66% y 10%).

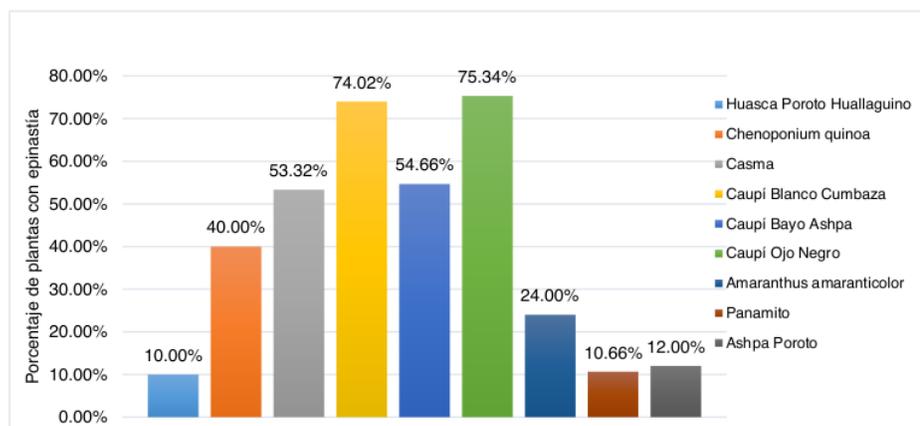


Figura 40.
Porcentaje de plantas con epinastia.

Ampollamiento

El porcentaje de plantas con ampollamiento varió desde 0% (Huasca poroto huallaguino, ashpa poroto, *Amaranthus amaranticolor* y *Chenopodium quinoa*) hasta 29.34% (Caupí ojo negro). La figura indica que caupí ojo negro presentó el porcentaje más alto de plantas con ampollamiento, seguido de caupí blanco cumbaza con un porcentaje de 13.98%. Adicionalmente, caupí bayo ashpa, casma y panamito presentaron valores de porcentaje de plantas con ampollamiento estadísticamente similares entre si (6%, 5,32%, 0,66%).

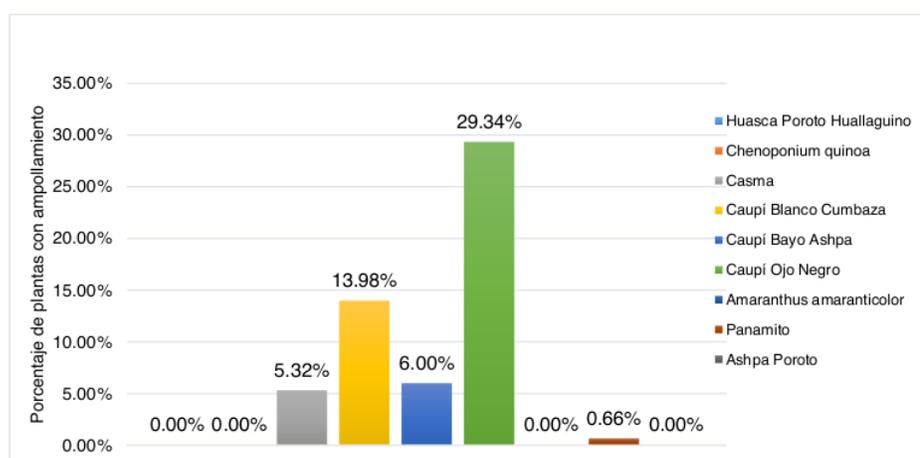


Figura 41.
Porcentaje de plantas con ampollamiento.

4.1.3. Trasmisión por insectos no persistentes

Tabla 4.

Transmisión por áfidos en Caupí ojo negro (Vigna unguiculata L. Walp).

Variedad	Síntomas Locales		Síntomas Sistémico			
	Pc	Mc	Mi	Mf	En	Ep
Caupí Ojo Negro	+++	++	+++	++	++	+++
<i>Amaranthus amaranticolor</i>	++	++	+	-	++	+++
<i>Chenopodium quinoa</i>	+	+++	-	-	++	+++

Fuente: Elaboración propia

Punto Clorótico: Pc, Mancha clorótica: Mc, Mosaico: Mi, Mosaico Fuerte: Mf, Enanismo: En y Epinastia: Ep.

En la tabla 4 podemos observar síntomas locales y síntomas sistémicos que son transmitidos por insectos, en la variedad Castilla observamos reacciones de Punto clorótico, Mancha clorótica, Mosaico, Mosaico Fuerte, Enanismo y Epinastia; se ve reflejado en las otras variedades como *Amaranthus amaranticolor* con los síntomas ya mencionados solo que no hubo mosaico Fuerte y *Chenopodium quinoa* no se observó mosaico.

4.1.4. Propiedades físicas

Tabla 5.

Propiedades físicas del Virus mosaico del Caupí (Vigna unguiculata L. Walp)

PDF	Síntomas Locales	Síntomas Sistémicos	PIT	Síntomas Locales	Síntomas Sistémicos	LIV	Síntomas Locales	Síntomas Sistémicos
10 ⁰ ml	6,72%	14,40%	T°Amb	7,68%	18,72%	0hrs	4,80%	15,12%
10 ⁻¹ ml	6,24%	13,68%	50°C	6,24%	10,08%	24hrs	2,40%	12,96%
10 ⁻² ml	4,80%	11,52%	55°C	4,32%	5,76%	48hrs	0,48%	10,08%
10 ⁻³ ml	2,40%	8,64%	60°C	0%	0%	72hrs	0%	0%
10 ⁻⁴ ml	1,44%	7,2%	65°C	0%	0%	96hrs	0%	0%
10 ⁻⁵ ml	0%	0%	70°C	0%	0%	129hrs	0%	0%
10 ⁻⁶ ml	0%	0%	75°C	0%	0%			
10 ⁻⁷ ml	0%	0%						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se evaluó el punto final de dilución (PFD), punto de inactivación térmica (PIT) y longevidad *in vitro* (LIV) del virus. Se utilizó la sabia del virus del frijol caupí en 12 macetas por cada prueba de propiedades físicas haciendo un resultado de 24 plantas. Lo cual se obtuvo como mayor resultado en PDF de síntomas locales del 6,72% y de síntomas sistémicos de 14,40% al 10° ml hasta el 10⁻⁴ ml de dilución; PIT de síntomas locales del 7,68% y de síntomas sistémicos 18,72% a temperatura ambiente y LIV de síntomas locales del 4,80% y de síntomas sistémicos 15,12% a 0 horas de inoculación mecánico por jugo del virus del mosaico del caupí.

4.1.5. Prueba Serológica

En la tabla 6 podemos observar la prueba serológica hecha en las instalaciones de SENASA para afirmar si existe el virus del mosaico del frijol caupí en San Martín. Donde dio positivo a la presencia de *Bean common mosaic virus* y negativo a la presencia de *Bean yellow mosaic virus* en el muestreo que se realizó en el vivero de la Facultad de ciencias Agrarias de la UNSM-T.

Tabla 6.

Resultado de la prueba serológica echa en las instalaciones de SENASA

N°	Resultado	Interpretación
1	Positivo a la presencia de	<i>Bean common mosaic virus</i>
2	Negativo a la presencia de	<i>Bean yellow mosaic virus</i>

Fuente: Servicio Nacional de Sanidad Agraria- Centro de Diagnostico de Sanidad vegetal. Fecha de recepción: 04 de marzo del 2021 y Fecha de Término 09 de marzo del 2021.

Esta prueba se realizó mediante servicios, porque en la Universidad Nacional de San Martín, no cuenta con un Laboratorio de virología vegetal o de sanidad vegetal con implementación completa y primer de los virus en estudio. De las muestras de plantas enfermas por inoculación mecánica en frijol caupí “*Black eye*” u “Ojo negro” de vaina blanca, recolectada con la presencia de su especialista en colección de muestras fitopatológicas y los resultados de laboratorio nos confirman según la prueba serológica DAS-Eliza que el mosaico en estudio que afecto al caupí fue *Bean common mosaic Virus* [BCMV]

El BCMV, es un hospedante natural de *Phaseolus vulgaris* y ocasionalmente de *Lupinus luteus*, pero sin confirmación se indican a *Vigna unguiculata*, *V. radiata* y *Crotalaria striata*, según Morales y Bos, (1988) citado por Valiela (1995). En este trabajo se confirma previa la prueba transmisión en plantas indicadores, transmisión por vectores de forma no persistente, mecánica por de plantas hospedantes, propiedades físicas y que en la región San Martín, en *Vigna unguiculata* variedad castilla y en blanco cumbaza, son hospedante natural.

4.2. Discusiones:

4.2.1. Diseminación por Semillas

Las semillas de Caupí ojo negro, mostraron infección del virus a nivel de invernadero de 1,29 %, que tuvo baja luminosidad, humedad de 80 a 90 %, con riego, suelo esterilizado; mientras en condiciones de campo por efecto de la temperatura y humedad sometida entre 18 a 30 °C, con alta luminosidad y humedad ambiental entre 80 a 100 % muestra mayor infección de 6,39%; estos da respuesta es menor 10 a 90 % para el BCMV al que menciona el CIAT (1980), esto quiere decir que depende de la variedad, de la concentración de inoculo en semillas y del estado fenológico en el cual es afectada la planta. Esto hace que (INIA, 2017) indica que las semillas infectadas pueden llegar a una disminución del 50 al 80 % de rendimiento.

Muchos virus se pueden transmitir por semillas en caupi tal como el BCMV- BICM (Ogunsola et al., 2020, Kareem et al., 2023, El-Sayed et al., 2023), CpSMV (Fribourg, 2007), CABMV (Godoy et al., 2014) con bastante similitud en la transmisión; siendo necesario otras pruebas para complementar su identificación tal como menciona Gonzales-Garza (2019), sobre las técnicas de diagnóstico de virus fitopatógenos.

4.2.2. Transmisión en plantas indicadoras y otras variedades

Tabla 7.

Resumen de los síntomas presentado en las especies experimentadas.

Género especie y variedad	Pc	Mc	Nn	An	Mn	Pn	MI	Mf	Am	En	Ep	Amp
<i>Vigna unguiculata:</i>												
Caupí black eye de vaina blanca	++	+	++	+	++	++	++	+++	++	+	+++	+++
Caupí blanco Cumbaza	++	+	++	++	+	+++	++	++	+	++	+++	++
Caupí bayo ashpa	++	+	++	++	++	+++	++	+	+	+++	+++	+
Caupí blanco casma	++	+	+	+	+++	+++	++	+	+	+	+++	+
<i>Phaseolus vulgaris:</i>												
Panamito blanco jaspeado	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	++	+
H. poroto huallaguino	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Ashpa poroto	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Amaranthus amaranthicolor</i>	++	+	-	-	-	++	+	-	-	+	+	-
<i>Chenopodium quinoa</i>	+++	+++	-	-	-	+	++	-	+	-	+	-

Punto clorótico: Pc, Mancha clorótica: Mc, Necrosis de nervadura: Nn, Anillo necrótico: An, Mancha necrótica: Mn, Punto necrótico: Pn, Mosaico: MI, Mosaico fuerte: Mf, Amarillamiento: Am, Enanismo: En, Epinastia: Ep, Ampollamiento: Amp.

Fuente: Elaboración propia

Las especies *Vigna unguiculata* y sus variedades, caupí *Black eye* de vaina blanca, Blanco cumbaza, bayo ashpa, casma han presentado síntomas punto clorótico, mancha clorótica, necrosis de nervadura, anillo necrótico, mancha necrótica, punto necrótico, mosaico, mosaico fuerte, amarillamiento, enanismo, epinastia, ampollamiento; esto síntomas observados a nivel de transmisión mecánica y observado a nivel de campo en el fundo Agroforestal Aucaloma de la UNSM, son muy frecuentes en todas las áreas donde se siembra frejol caupí, en conformidad con la tabla 7, el virus muy agresivo para todas las variedades estudiadas, por lo que nuestra hipótesis ha sido corroborado por estos resultados.

La transmisión mecánica e *Phaseolus vulgaris* variedad panamito blanco y jaspeado, resultó positivo con menor número de síntomas como punto clorótico, mancha clorótica, necrosis de nervadura, punto necrótico, mosaico, mosaico fuerte, amarillamiento, enanismo, epinastia, ampollamiento; las variedades huasca poroto huallaguino resultó con síntomas punto clorótico, mancha clorótica, mosaico leve y epinastia. mientras que el frejol ashpa poroto mostro síntomas de punto clorótico, mancha clorótica, amarillamiento y epinastia. Este virus también se transmite por especies y variedades regionales de frejoles; siendo un nuevo aporte sobre este virus ya que no se encontró informaciones en las referencias bibliográficas, se debe considerar en futuros trabajos de investigación.

La especie *Amaranthus amaranticolor* en pruebas de transmisión mecánica presentó síntomas punto clorótico, mancha clorótica, punto necrótico, mosaico leve, enanismo y epinastia. por otro lado, la especie *Chenopodium quinoa* en pruebas de transmisión mecánica presentó síntomas punto clorótico, mancha clorótica, punto necrótico, mosaico leve, amarillamiento y epinastia. Esto hace que Ogunsola et al., (2020), Lima et al., (2005) y Mochizuki et al., (2012), se relacione con la sintomatología en transmisión mecánica sea positivos y algunas especies con sistemas sistémicos y locales, se observaron coincidencia con la infección del virus del mosaico.

4.2.3. Transmisión en Aphidos

La transmisión realizado por aphidos en *Vigna unguiculata* variedad caupí ojo negro, resultó positivo cuando se inoculo de reservorio de planta enfermas de esta variedad previamente inoculado con el virus por transmisión mecánica, esto nos muestra que este virus tiene transmisión por vectores; a nivel de campo por esto es lo que observamos mayor incidencia cuando se sembró en campo definitivo en el Centro Agroforestal Aucaloma, se obtuvo síntomas locales y síntomas sistémicos en esta variedad mencionada. No se ha podido identificar la especie por falta de un taxónomo de Aphidos

en el Perú, SENASA nos devolvió la muestra de aphidos enviado; se trató de comunicar con especialistas de aphidos del Centro Internacional de la papa en Huancayo, no fue posible. Por lo tanto, al haber realizado esta prueba y sus resultados son positivos en especies de caupí ojo negro, *Amaranthus amaranticolor* y *Chenopodium quinoa* con menor sintomatología en estas especies, para ello es necesario continuar con los estudios de insectos vectores para conocer sus reservorios y poder disminuir las pérdidas que ocasiona este virus.

Fribourg (2007, p.94 - 138) menciona que el Virus del mosaico común del frijol (BCMV), es transmitido de forma no persistente por al menos de 12 especies de áfidos dentro de ellos destacan las especies de *Acyrtosiphon pisi*, *Aphis fabae* y *Myzus persicae* y en el Mosaico severo del caupí (CPSMV), es transmitido de forma natural por 10 especies de escarabajos; siendo los más resaltantes *Ceratoma ruticornis*, *C. trifurcata*.

El *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV), es afectando el pulgón *Aphis craccivora* ya que se viene afectando grandemente en las plantas de frijoles (Barros, et al., 2013; Boukar, et al., 2019). El *Cucumber mosaic virus* (CMV), afecta en condiciones naturales dentro de ella existen y *Myzus persicae* (Muñoz, 2008). El *Bean golden mosaic virus* es transmitido por la especie de *Bemisia tabaci* (Cuellar, 2006).

4.2.4. Propiedades Físicas

Los ensayos realizados de propiedades físicas se realizaron en plantas de *Vigna unguiculata* variedad caupí ojo negro donde se obtuvieron síntomas locales y sistémicos. Mientras tanto Fribourg (2007), menciona que el Virus del mosaico común del frijol (BCMV) se inactiva a temperatura entre 56 – 67 °C, que posee un punto de dilución final $10^{-3} - 10^{-4}$ y longevidad *in vitro* en savia cruda de 4 días; donde el virus estudiado tiene un punto final de dilución (PFD) de $10^0 - 10^{-4}$ ml, punto de inactivación térmica de (PIT) T° ambiente a 55 °C y longevidad *in vitro* (LIV) de 0 – 48 horas.

Existen otros virus en pruebas físicas teniendo como: El *Virus del mosaico severo del caupí* (CpMSV) con PIT 60 – 65 °C, con un PFD $10^{-4} - 10^{-5}$ y LIV de 2 días (Fernández, 1995). El *Bean Yellow Mosaic Virus* (BYMV) con PIT 50 – 60°C, PFD $10^{-3} - 10^{-4}$ y LIV 24 – 48 horas (Bos 1970; Musil et al., 1975 y Zaumeyer & Thomas, 1957). El *Cucumber mosaic virus* (CMV) con PIT 70°C, PFD 10^{-4} a 10^{-5} y LIV 3 – 6 días (Milbrath et al., 1975).

Prueba Serológica

Los resultados recibidos de Servicio de Sanidad Agraria (SENASA), donde realizaron las pruebas serológicas de DAS – ELISA donde dio positivo a la presencia de *Bean common mosaic virus*. Donde Fribourg (2007), recomienda que el Virus del mosaico

común del frijol (BCMV) se puede identificar por medios serológicos utilizando el método de los conjugados enzimáticos en sus variantes DAS – ELISA y DOT – ELISA. También el mismo autor menciona en el *Virus del mosaico severo del caupí* (CPSMV), es recomendable la prueba serológica en medio semisólido de difusión en gel, que es un método práctico y rápido para la detección de este virus.

Otros autores mencionan otros virus como: *Bean Yellow Mosaic Virus* (BYMV) mencionado por Bos (1970); Musil et al., (1975) y Zaumeyer & Thomas (1957) y *Cucumber mosaic virus* (CMV) cita Milbrath et al., (1975) que usaron en medio sólido del método de los conjugados enzimáticos (ELISA).

CONCLUSIONES

Los cuatro diagnósticos realizados prueba de transmisión en semillas, transmisión mecánica y por vectores, propiedades físicas y prueba serológicas han tenido mucha relación con virus *Bean common mosaic virus*.

5 La transmisión del virus por semillas en *Vigna unguiculata* L. Walp, Variedad *Black eye* fue de 1,29 % en invernadero y 6,39% en campo.

En sintomatología en plantas indicadoras obtuvieron síntomas locales (panamito blanco y jaspeado, huasca poroto huallaguino, ashpa, *Chenopodium quinoa* y *Amaranthus amaranticolor*) y síntomas sistémicos (*Black eye* de vaina blanca blanco cumbaza, bayo ashpa, casma.)

Por insectos vectores (*Aphis* spp) no persistente solo dio positivo en *Vigna unguiculata* L. Walp, Variedad *Black eye* y negativo en variedad de *chenopodium*. Este resultado es concordante con el virus del *Bean common mosaic virus*

En las propiedades físicas realizadas dio positivo en *Vigna unguiculata* L. Walp, Variedad *Black eye*, a Punto dilución final 10^{-3} a 10^{-4} , Punto de inactivación termal 55 a 60 °C y longevidad *in vitro* infectivo por 48 horas, esto relacionado con el *Bean common mosaic virus*.

En la prueba de DAS DE ELISA, se realizó para poder saber de qué virus se está identificando, se llevaron a las instalaciones de SENASA, de las cuales se dieron resultados positivos a la presencia de *Bean common mosaic virus* en la variedad *Vigna unguiculata* L. Walp, Variedad *Black eye*.

RECOMENDACIONES

Como se ha observado presencia de virus en semilla, para evitar la diseminación o disminuir los daños en campo se recomienda utilizar semillas certificadas, o tratamiento con calor a partir de 65°C por espacio aproximado de 10 minutos.

Estudiar especies de la familia Fabaceae, Amaranthaceae y chenopodiaceae con el fin de obtener nuevas plantas indicadoras de virus bajo las condiciones ambientales de trópico, específicamente de la región San Martín, con fines de identificación para evitar ingreso de virus, erradicarlos a tiempo y evitar su incremento en el campo.

Al existir infección del virus por áfidos, es necesario hacer identificación de estos, para conocerlos y evitar su diseminación controlándolas cuando hay poblaciones elevadas. Así mismo se recomienda estudiar otros insectos vectores que podrían estar transmitiendo el virus.

BIBLIOGRAFÍA

- Assunção, I. P., Filho, L. R., Resende, L. V., Barros, M. C., Lima, G. S. A., Coelho, R. S. B. & Lima, J. A. A. (2005). *Genes diferentes podem conferir resistência ao Cowpea severe mosaic virus em caupi*. 274–278. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582005000300009>
- Albán, M. (2012). *Manual de Cultivo de frijol caupi*. Obtenido de Asociación de Productores Agropecuarios del Distrito de Morropon. Primera edición Piura, Perú, noviembre.
- Bos. L. 1970. *Bean yellow mosaic virus*. En, Descriptions of Plant / Viruses, No. 40. p. 1-4. Ed. C. M.I. / A.A.B.
- Barros, G. B., Nogueira, M., Oliveira, C. R., Freire, F. R., Ribeiro, V.Q., Veiga, C. F., Briosio, P. S. & EIRAS, M. (2013). *Obtenção de plantas de feijão-caupi resistentes ao Cowpea severe mosaic virus e ao Cowpea aphid-borne mosaic virus Summa. Phytopathologica*. <https://doi.org/10.1590/S0100-54052013000200009>
- Boukar, O., Belko, N., Chamarthi, S., Togola, A., Batiemo, J., Owusu, E., Haruna, M., Diallo, S., Umar, M. L., Olufajo, O. & Fatokun, C. (2019). *Cowpea (Vigna unguiculata): genetics, genomics and breeding*. <https://doi.org/10.1111/pbr.12589>
- Boari, A. J., Cordovil, G. A., Kauffmann, C. M., Gavinho, B. E., Quadros, A. F., Pantoja, K. F., Gomes Junior, R. A., Freire Filho, F. R., Oliveira, R. P. & Kitajima, E. W. (28 de enero 2022). *Virus del mosaico común del frijol que infecta al caupí manteiguinha (Vigna unguiculata): transmisión por semilla, evaluación de la pérdida de rendimiento y resistencia genética*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40858-021-00490-w>
- CIAT, (1980). *Enfermedades del frijol caupi causado por virus y su control*. Cali, Colombia.
- Cuellar, M. E. (2006). *La mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. *Revista Colombiana de Entomología*. p. 1–9. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v41n4/1819-4087-ctr-41-04-e10.pdf>
- Chiquillo Romero, S. (2017). *Producción y comercialización de frijol caupí (Vigna unguiculata) tecnificado como modelo demostrativo en el municipio de Guaranda Sucre*. [Trabajo de grado, Universidad de la Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/13

- Cardona-Villadiego, C. E., Araméndiz-Tatis, H., Cardona-Ayala, C. E., & Espitia-Camacho, M. M. (2020). *Evaluación Agronómica y Nutricional de Ocho Líneas de Frijol Caupí (Vigna unguiculata [L.] WALP.)*. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Bogotá – Colombia (12). 29 – 38. <https://doi.org/10.22490/21456453.3709>
- Devi, H. C., Kumari, V. P. & Kumar, V. M. (12 de mayo 2022). *Variabilidad en caracteres vegetativos, parámetros de rendimiento y caracteres de semilla en genotipos de gramo negro con reacción variable a la infección por el virus del mosaico amarillo del frijol mungo*. <https://doi.org/10.1007/s42360-022-00503-x>
- European Food Safety Authority. (24 de febrero 2023). *Categorización de plagas del virus del mosaico del caupí*. 1 – 22. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2023.7847>
- El-Sayed, N. A. R., Farrag, A. A., Mohamed, N. H., El-Banna, O. M. & El-Kady, M. A. S. (10 de agosto 2023). *Caracterización de la cepa del virus del mosaico común del frijol (Vigna unguiculata (L.) Walp.) en Egipto*. Volumen 11 (5): 143 - 151. <http://doi.org/10.7324/JABB.2023.11517-1>
- Fernández Valiela, M. V. (1995). *Los virus patógenos de las plantas y su control*. (4ta ed.). Orientación Gráfica Editora.
- Fribourg, C. E. (2007). *Virus, Viroides y Mollicutes de las Plantas Cultivadas en el Perú*. (1a ed.). Servicio y Publicidad SAC.
- Faria, J. C., Aragón, F. J. L., Souza, T. L. P., Quintela, E. D., Kitajima, E. W. & Ribeiro, S. (2016). *Golden mosaic of common beans in Brazil: management with a transgenic approach*.
- Goodman, R.M. y J. Bird. (1978). *Bean Golden Mosaic Virus*. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses N° 192.
- Gergerich, R. C., & Dolja, V. V. (2006). Introducción a los Virus Vegetales, el Enemigo Invisible. Introducción a Los Virus Vegetales, El Enemigo Invisible, 1(1). <https://doi.org/10.1094/PHI-I-2008-0122-01>
- Godoy, M. L. D., Orué, H. J. S., & Segnana, L. G. (11 de diciembre 2014). *Identificación de enfermedades virósicas transmitidas por semillas de poroto (Vigna unguiculata (L.) Walp.)*. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay. p. 6. <http://scielo.iics.una.py/pdf/ia/v16n2/v16n2a03.pdf>

- González-Garza, R. (01 de septiembre 2017). *Evolución de técnicas de diagnóstico de virus fitopatógenos*. Revista mexicana de fitopatología. 591–610. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v35n3/2007-8080-rmfi-35-03-00591.pdf>
- Herniter, A. I., Muñoz - Amatriain, M. & Close, J. T. (20 de Julio 2020). *Evidencia genética, textual y arqueológica de la histórica expansión global del caupí (Vigna unguiculata [L.] Walp.)*. California, USA. 1-10. <https://doi.org/10.1002/leg3.57>
- Harveson, R. M. & Porter, L. D. (28 de julio 2023). *Primer Informe del virus del Mosaico de la Alfalfa en el Caupí en los Estados Unidos*. Universidad de Nebraska. <https://doi.org/10.1094/PHP-03-23-0021-BR>
- Instituto De Investigaciones Agropecuarias (2017). *Virología – Virus en hortalizas: Mosaico del poroto*. Ministerio de Agricultura de Chile. Ficha Técnica 23. Sanidad Vegetal. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/66958/NR42085.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kareem, K. T. & Taiwo, M. A. (2007). *Interacciones de virus en caupí: efectos sobre los parámetros de crecimiento y rendimiento*. Revista de virología, 4(1): 15. <https://www.researchgate.net/publication/357971232>
- Koo, W, (31 enero 2023). *Frijol Castilla Perú Exportación 2022 diciembre*. <https://www.agrodataperu.com/2023/01/frejol-castilla-peru-exportacion-2022-diciembre.html>
- Kareem, K.T., Oduwaye, O. F. & Adediji, A. O. (07 de abril 2023). *Efecto del virus del mosaico común del frijol en la germinación de semillas y el rendimiento de líneas de cultivo de caupí (Vigna unguiculata [L.] Walp.) y caracterización de cepas de virus*. <https://doi.org/10.1007/s13337-023-00812-3>
- Lin, M.T, Anjos, J. R. N. & Río, G. P. (1981). *Serological grouping of cowpea severe mosaic isolates from central Brasil*.
- Lima, J. A. A., Sittolin, I. M., & LIMA, R. C. A. (2005). Diagnoses e Estratégias de Controle de Doenças Ocasionadas por Vírus. Melhoramento Genético. 405 - 459. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55590/1/dissertacaoclaudia.pdf>
- López-López, K., Rodríguez-Mora, D. M. & Vaca-Vaca, J.C. (2013). *Optimización de las condiciones de inoculación por biobalística de un Begomovirus en tomate y tabaco*. Colombia. Vol. XV N° 2. <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v15n2/v15n2a02.pdf>

- Milbrath, G. M., Bird, J., & Sánchez, J. (1975). Isolation of a strain of cucumber mosaic virus from beans in Illinois. En *Tropical Diseases of Legumes* (1a ed., pp. 113–114). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-099950-7.50015-4>
- Musil, M., Leskova, O., & Matisova, J. (1975). Properties of six isolates of *Bean yellow mosaic virus* from Czechoslovakia. *Biología, Ser C Vesobecna Biol*, 435–451.
- Muñoz, J. I. (2008). *Factores que determinan la evolución de la virulencia del virus del mosaico del pepino (CMV) en Arabidopsis thaliana*. [Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/114860/Bozga%20%20ESTRATEGIA%20DE%20GESTI%C3%93N%20DEL%20VIRUS%20DEL%20MOSAICO%20DE%20PEPINO%20Y%20SUS%20VECTORES%20EN%20CULTIVOS%20HORT%C3%8DCOL....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mochizuki, T. & Ohki, S. T. (07 octubre 2011). *Cucumber mosaic virus: viral genes as virulence determinants*. *Patología vegetal molecular*. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00749.x>
- Mejía, S. & Orlando, J. (2019). *Evaluación de la resistencia de genotipos de frijol al virus del mosaico dorado amarillo y al gorgojo mexicano Zabrotes subfasciatus Boheman (Coleóptera: Chrysomelidae)*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. 1-2 p. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v41n4/1819-4087-ctr-41-04-e10.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (11 de octubre de 2022). Compendio anual de "Producción Agrícola" (2021). <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2730325>
- QIU, Y.; WANG, C.; ZHU, S. A Review on the Pathogenicity of Cucumber Mosaic Virus. *Agricultural Biotechnology*, v. 7, n. 1, 2018, p. 87-91. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S169235612021000100092
- Oliveira, G. S., Leite, A., Silva dos Santos, J. C., Cavalcanti de Mendonça, T. H. & Denise de Santana, D. (2020). *Controle do moisco severo em feijão-caupi*. 1 - 13. <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0677>
- Ogunsola, K. E., Ilori, C., Fatokun, C. A., Boukar, O., Ogunsanya, P. & Kumar, P. L. (5 de octubre 2020). *Incidencia y gravedad de la enfermedad en líneas de caupí evaluadas para resistencia a infecciones únicas y múltiples de virus endémicos en Nigeria*. <https://doi.org/10.1080/15427528.2020.1824952>

- Ogunsola, K.E., Yusuf, A. & Elegbeku, O.A. (04 de diciembre 2022). *Actualizaciones sobre los virus del caupí en el suroeste de Nigeria: distribución, prevalencia y coinfección*. 201–213. <https://doi.org/10.1007/s42360-022-00576-8>
- Quintela, E. D. & Barbosa, F. R. (2015). *Manejo de pragas*. In: Carneiro. (Ed.). *Feijão: do plantio à colheita*. Ed. UFV. 242-269. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222011/1/CNPAF-circ-tec-91.pdf>
- Ramos, A. & León, A. (2009). *Riego tecnificado en Caupí*. [Tesis ingeniero Agrícola, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo]. Lambayeque Perú. <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9943/TELLO%20CH%C3%81VEZ%2C%20JES%C3%9AS%20ALFREDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reynoso-Utrera, E. (2016). *Análisis de los genotipos de rotavirus presentes en conejos de la zona Sur - oriente del Estado de México*. [Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/67813>
- Rivera, M. C. & Wright, E. R. (2020). *Apuntes de patología vegetal: Fundamentos y prácticas para la salud de las plantas*. Universidad de Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía. (1ra ed). 1 – 98. https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/apuntes_de_patologia_vegetal_0.pdf
- Singh, S., Kundu, S. S., Negi, A. S. & Singh, P. N. (2010). Cowpea (*Vigna unguiculata*) legume grains as protein source in the ration of growing sheep. Small Ruminant. 247 - 254. <https://www.researchgate.net/publication/357971232>
- Sistema Integrado de Estadística Agraria (enero, 2023). *Agro en Cifras*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/4024332>
- Singh, A., Mamo, T., Singh, A. & Mahama, A. (2023). *Cría de caupí. Mejoramiento de Cultivos*. Prensa digital de la Universidad Estatal de Iowa. <https://iastate.pressbooks.pub/cropimprovement/chapter/cowpea-breeding/>
- Torres, G. F. & Berrú, C. M. (2012). *Manual de manejo de frijol Caupí para producir semilla*. Fundación Romero. 34p.
- Toledo-Perdomo, C.E. (2019). *Enemigos naturales nativos de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cultivo de ejote francés en Chimaltenango, Guatemala*.16. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v41n4/1819-4087-ctr-41-04-e10.pdf>

- Valladolid Chiroque, A. R. (2016). *Leguminosas de grano cultivares y clases comerciales del Perú describa a tres clases comerciales de caupí*. (1a ed., Vol. 1). 1 - 75. <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf>
- Zambrano-Muñoz, G.A. (2018). *Evaluación de extractos vegetales y dosis de aplicación para control de Empoasca sp., (lorito verde) y Diabrotica spacirosa (mariquita) en el cultivo de Vigna unguiculata (fréjol caupi)*. [Trabajo de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. 1- 83. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1274>
- Zaunmeyer, W.J & Thomas, H. R. (1957). A monographic study of bean diseases and methods for their control. U.S.D.A. Agr. Tech. Bull.
- Zitter, T. A. & Murphy, J. F. (2009). *Cucumber mosaic*. The Plant Health Instructor. The América Phytopathology Society, EE UU. https://www.researchgate.net/publication/350120909_Otros_virus_que_afectan_al_cultivo_de_poroto

ANEXOS



Anexo 1: *Siembra de frejol caupí en el fundo Aucaloma donde se realizó la prueba de semilla en campo.*



Anexo 2: *Prueba de semilla en invernadero*



Anexo 3: *Sintomatología en plantas indicadoras*



Anexo 4: *Prueba de insecto*

UNIDAD DEL CENTRO DE DIAGNOSTICO DE SANIDAD VEGETAL
USUARIO: EXTERNO RUC: 17254962

DATOS DEL SOLICITANTE		DATOS GENERALES DEL CULTIVO	
Comercio Solicitante y/o Razón Social Keila Martínez Carranza	Dependencia Teléfono / celular 968369661	Actividad Correo Electrónico keilamartinez@msd	Lugar de procedencia de la semilla Local-Morales
Comercio Ji Miguel Grau 1545	Dependencia UNSH-T	Actividad Bachiller	Fecha de siembra/brasa 14/01/21
Tipo de Análisis		Estado fenológico del cultivo Cultivo anterior sembrado en el campo	
<input type="checkbox"/> Entomología (Insectos) <input type="checkbox"/> Invertebrados (arañas) <input type="checkbox"/> Microbiología (Bacterias, Fungi, Virus) <input type="checkbox"/> Botánica (Moluscos, Platyhelminthes, Nematodos)		Tipo de riesgo Aspersión Temperatura 25C Humedad relativa (%) 80 Área afectada (ha o m ²) 10m ²	
Procedencia de la muestra		Información para el Diagnóstico Fitosanitario de semilla sexual	
País Perú	Departamento San Martín	Provincia San Martín	Distrito Morales
Centro Poblado Morales	Calle y/o Domicilio 92 82 355		Especie (Nombre científico) —
Información para el Diagnóstico		Especie (Nombre común) —	
Nombre Científico Cultivo/Hospedante Caupi		Nombre Científico del Cultivo Vigna unguiculata	
Descripción de síntomas observados en Cultivo/Cultivar/hospedante/Características de acuerdo a la muestra			
- Hojas amarillas - Hojas de necrosis - Anillo negro - Anillo negro - Anillo negro - Anillo negro			
Distribución de la plaga			
<input type="checkbox"/> Generalizada <input type="checkbox"/> Dispersa <input type="checkbox"/> Localizada <input type="checkbox"/> Bordes			
Datos Generales de la Muestra		Firma y Post Firma del Responsable	
Fecha de recolección/Muestreo 02/03/2021		Fecha de Remisión 03/03/2021	
Tipo de muestra remitida y cantidad (peso, Gr., /Unidades)		Especimen <input type="checkbox"/> Trampa <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Raíz <input type="checkbox"/> Tallo <input checked="" type="checkbox"/> Hoja <input type="checkbox"/> Flor <input type="checkbox"/> Fruto <input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Planta completa <input type="checkbox"/> Semilla Vegetativa		Bilgen Jorge Carlos Silva Rangpio Especialista en Sanidad Agraria	

Anexo 5. Llenar los requisitos que pide SENASA para la identificación del virus.



SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO DE SANIDAD VEGETAL
 Av. La Molina Nº 1915, Lima 12 - Perú
 Teléfono directo: 313- 3303
 Central telefónica 313- 3300 Anexos: 1400 - 1401
 Pag. Web: www.senasa.gob.pe

Ministerio de Agricultura
SENASA
 Servicio Nacional de Sanidad Agraria
PERU

Pag. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO Nº 102224 - 2021 - AG-SENASA-OCDP-UCDSV

- Información del solicitante:** **Nº de Solicitud: 101878 - 2021**
 Nombre: MARTINEZ CARRANZA KEILA
 Dirección: JR. MIGUEL GRAU N° 1565, MORALES, - Morales / San Martín / San Martín
 Nº Expediente: **Origen Material Vegetal: FRUJOL CAUPI**
- Información de la Actividad**
 Servicio Externo
- Fecha de Recepción de la muestra:** **País:**
 04/03/2021 12:18 Morales / San Martín / San Martín PERU
- Cultivo:**
 Nombre Científico: Vigna unguiculata **Cultivar: FRUJOL CAUPI**
 Nombre Común: Frijol caupi
- Resultado por Método de Ensayo:**

VIROLOGIA	Código Muestra: 2021101878010001	Tipo: HOJA	Cantidad: 20Unds
------------------	---	-------------------	-------------------------

MET-UCDSVVir-002 DAS-ELISA PARA DETECCIÓN DE VIRUS FITOPATÓGENOS EN MATERIAL VEGETAL

Fecha de Recepción: 04/03/2021 **Fecha de Término:** 09/03/2021

Nº	Resultado	Información
1	Positivo a la presencia de	Bean common mosaic virus
2	Negativo a la presencia de	Bean yellow mosaic virus

Anexo 5. Prueba serológica hecha en las instalaciones de SENASA para afirmar si existe el Virus del Mosaico del frejol Caupi en San Martín.

Identificación del virus mosaico de caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) con especies indicadoras mediante pruebas de transmisión y propiedades físicas

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.scielo.org.ve Fuente de Internet	1%
5	www.agr.una.py Fuente de Internet	1%
6	scielo.sld.cu Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1%
8	edoc.pub Fuente de Internet	1%

9	cointer.institutoidv.org Fuente de Internet	1 %
10	Submitted to Universidad Del Magdalena Trabajo del estudiante	<1 %
11	agris.fao.org Fuente de Internet	<1 %
12	ciat-library.ciat.cgiar.org Fuente de Internet	<1 %
13	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
14	ebin.pub Fuente de Internet	<1 %
15	agraria.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	1library.co Fuente de Internet	<1 %
20	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %

21	hemeroteca.unad.edu.co Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
23	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.iniap.gob.ec Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	digitalcommons.unl.edu Fuente de Internet	<1 %
27	seer.sct.embrapa.br Fuente de Internet	<1 %
28	www.revfacagronluz.org.ve Fuente de Internet	<1 %
29	aprenderly.com Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
31	bibliotecadigital.ccb.org.co Fuente de Internet	<1 %
32	www.iicasaninet.net	

Fuente de Internet

<1 %

33

Submitted to Morgan Park High School

Trabajo del estudiante

<1 %

34

docserv.uni-duesseldorf.de

Fuente de Internet

<1 %

35

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

36

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

37

library.ciat.cgiar.org

Fuente de Internet

<1 %

38

www.researchtrend.net

Fuente de Internet

<1 %

39

blog.agroterra.com

Fuente de Internet

<1 %

40

redpav-fpolar.info.ve

Fuente de Internet

<1 %

41

scielo.iics.una.py

Fuente de Internet

<1 %

42

www.nodal.am

Fuente de Internet

<1 %

43

L. Qttantz. "Leguminosen", Walter de Gruyter GmbH, 1968

<1 %

44

repositorio.upagu.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

45

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

46

www.nlm.nih.gov

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo