

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Caracterización morfoagronómica de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos lugares con altitudes diferentes en El Salvador.

POR
WALTER ALEXANDER ARTEAGA CARPIO
DANIEL ERNESTO CANDRAY GÓMEZ
LIDIA MARIBEL SÁNCHEZ GARCÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, 30 DE JUNIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Caracterización morfoagronómica de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos lugares con altitudes diferentes en El Salvador.

POR
WALTER ALEXANDER ARTEAGA CARPIO
DANIEL ERNESTO CANDRAY GÓMEZ
LIDIA MARIBEL SÁNCHEZ GARCÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, DE JUNIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



Caracterización morfoagronómica de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos lugares con altitudes diferentes en El Salvador.

POR
WALTER ALEXANDER ARTEAGA CARPIO
DANIEL ERNESTO CANDRAY GÓMEZ
LIDIA MARIBEL SÁNCHEZ GARCÍA

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO(A) AGRÓNOMO

CIUDAD UNIVERSITARIA, JUNIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

Lic. M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. M.Sc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

Dr. FRANCISCO LARA ASCENCIO

SECRETARIO:

Ing. Agr. BALMORE MARTINEZ SIERRA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

F: _____

Ing. Agr. M. Sc. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRÍOS

DOCENTES DIRECTORES

F: _____

Ing. Agr. MARIO ALFREDO PÉREZ ASCENCIO

F: _____

Ing. Agr. BALMORE MARTINEZ SIERRA

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

F: _____

Ing. Agr. MARIO ALFREDO PÉREZ ASCENCIO

RESUMEN

El estudio se realizó en dos momentos diferentes. Uno se estableció en Cantón El Centro Caserío los Alvarado, municipio de San Ignacio, departamento de Chalatenango en el periodo de diciembre 2018 a marzo de 2019, a una altura de 2,050 msnm. El segundo establecimiento del cultivo se realizó en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad De El Salvador, San Salvador en periodo de enero a marzo de 2020, a una altura de 730 msnm. Consistió en evaluar las características morfo-agronómicas de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedades “Soloma”, “Icta-Frit”, “Tollocan” utilizando el descriptor morfológico de papa.

Con relación a la caracterización flor y tubérculo en fase de campo, no se pudo verificar su expresión en ambos sitios, debido a las condiciones ambientales expresadas en su momento, las temperaturas de la zona alta del país, esto genero la pérdida del cultivo dado que el follaje fue quemado totalmente a una edad de cinco semanas de su establecimiento. Por otro lado, la pandemia Covid 19 a nivel mundial limito el desarrollo de la investigación por cuarentena domiciliar obligatoria. Comparando los datos obtenidos hasta el momento con estudios bibliográficos para verificar la compatibilidad de evidencia expresada y etapas de cultivo no observadas.

Con el interés que exista un fortalecimiento en la producción de semilla básica certificada para paliar el inestable mercado de semilla de papa y que los productores tengan un mercado estable en una proyección de ejecutar nuevos ensayos, no existe un lugar donde el cultivo de papa asegure su pureza genética y proceder de esta.

Es necesario desarrollar proyectos de investigación que permitan su pureza genética mediante caracterizaciones morfoagronómicas utilizando los descriptores de recursos filogenéticos.

Palabras claves. Papa. Ictafrit. Tollocan. Tesis, Tubérculo, Clima

SUMMARY

The study was carried out at two different times. One was established in Cantón El Centro Caserío los Alvarado, municipality of San Ignacio, department of Chalatenango from December 2018 to March 2019, at a height of 2,050 meters above sea level. The second establishment of the crop was carried out at the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador, San Salvador from January to March 2020, at a height of 730 meters above sea level. It consisted of evaluating the morpho-agronomic characteristics of three varieties of potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties "Soloma", "Icta-Frit", "Tollocan" using the potato morphological descriptor.

In relation to the flower and tuber characterization in the field phase, its expression could not be verified in both places, due to the environmental conditions expressed at the time, the temperatures of the high zone of the country, this generated the loss of the crop since the foliage was completely burned at an age of five weeks from its establishment. On the other hand, the global Covid 19 pandemic limited the development of research due to mandatory home quarantine. Comparing the data obtained so far with bibliographic studies to verify the compatibility of expressed evidence and unobserved culture stages.

With the interest that there is a strengthening in the production of certified basic seed to alleviate the unstable potato seed market and that producers have a stable market in a projection of executing new trials, there is no place where potato cultivation ensures its genetic purity and proceed from it.

It is necessary to develop research projects that allow its genetic purity through morphoagronomic characterizations using the descriptors of phylogenetic resources.

Keywords. Dad. Ictafrit. Tollocan Thesis, Tuber, Climate

AGRADECIMIENTOS

Agradecer encarecidamente a mis asesores: Ing. Agr. Balmore Martínez Sierra e Ing. Agr. Mario Alfredo Pérez Ascencio, por ayudarme en este proceso, comprometidos de principio a fin con el desarrollo y ejecución de la tesis.

A mis amigos y compañeros de tesis Lidia Maribel Sánchez García y Daniel Ernesto Candray Gómez, por su amistad, tiempo, apoyo, dedicación y paciencia durante la realización de la investigación.

A mi madre, María Luisa Carpio Aragón, por darme el apoyo económico y moral en todo momento hasta culminar mi carrera como Ingeniero Agrónomo.

A mi abuela Leonsa Aragón por su apoyo y sus consejos en todo momento hasta coronar mi carrera como Ingeniero Agrónomo.

A mi hermano Miguel Eduardo Arteaga Carpio por darme el apoyo en todo momento hasta coronar mi carrera como Ingeniero Agrónomo.

A mi pareja Ada Maricela Ortiz Ortiz por darme el apoyo en todo momento hasta coronar mi carrera como Ingeniero Agrónomo.

A los amigos y compañeros cercanos que estuvieron incondicionalmente en apoyo durante mi formación profesional.

Walter Alexander Arteaga Carpio

DEDICATORIA

A mi madre María Luisa Carpio Aragón, por cuidarme y darme todo lo que necesité en estos años de mi carrera.

A mi abuela Leonsa Aragón, por estar siempre conmigo apoyándome moralmente en este proceso de la tesis.

A mi hermano Miguel Eduardo Arteaga Carpio que siempre me apoyaron moralmente.

A mi pareja Ada Maricela Ortiz Ortiz, por su apoyo emocional en cada etapa de mi carrera.

Walter Alexander Arteaga Carpio

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, Dios todo poderoso por darme la vida, protección en mis caminos y la oportunidad de alcanzar este logro. A mis padres Petronila García de Sánchez y Luis Alonso Sánchez Cortez por ser ejemplos, el apoyo económico, consejos, paciencia y amor incondicional que siempre me han sabido brindar y el cual me permitió poder llegar a este logro junto con ellos.

A mis hermanos Luis, Rene, Víctor, Madelyn quienes de una u otra forma me brindaron su cariño, apoyo moral y económico, mi prima Iris, mi abuela Jacinta Cortez quienes me han brindado su cariño y ánimos en todo momento. A todos mis tíos y tías quienes me apoyaron económicamente y moralmente para continuar por la lucha de este logro.

A mis amigos y compañeros de clases Rafael castro, Rodd Franco, Carlos Romero, por el trabajo, cariño y apoyo para lograr salir con las materias durante la carrera.

A mis amigas de toda la vida Gabriela Ayala, María Cruz, Julia Medina, Yolanda Huevo, Claudia Trejo, Claudia Marroquín, Patricia Vásquez, Fátima Rodríguez, Nancy Salmerón, con quienes compartí materias, momentos difíciles, así como divertidos durante toda la carrera, han sido un apoyo incondicional.

A mis amigos y amigas Elvis, Fernando, Jacky Serrano, Marvin, Rosa, Denis, María Eva, Xiomara, y todos los cuales sería una larga listas para nombrar que conocí en la universidad y que de una forma o de otra siempre estuvieron apoyando

A mis amigos y compañeros de tesis Walter Arteaga y Daniel Candray, por su amistad, tiempo, apoyo, dedicación y paciencia durante la realización de la investigación.

A Juan Flores por tu apoyo incondicional, cariño y hacer mi vida más feliz con tu apoyo incondicional, a su familia por el cariño y apoyo que me brindan,

Agradecer a mis asesores: Ing. Agr. Balmore Martínez Sierra e Ing. Agr. Mario Alfredo Pérez Ascencio, por ayudarme en este proceso, comprometidos de principio a fin con el desarrollo y ejecución de la tesis.

Lidia Maribel Sánchez García

DEDICATORIA

A dios todopoderoso: por haberme proporcionado fuerza, sabiduría y conocimiento en el transcurso de mi vida personal y académica, y permitirme alcanzar mi meta profesional.

A mis padres Petronila García de Sánchez y Luis Alonso Sánchez Cortez. Ya que sin el apoyo de ellos no hubiese logrado mi objetivo.

A mi abuela María Jorja Cortez (Q.E.P.D) por su cariño, consejos y amor incondicional que siempre me brindo en los años que estuvo presente.

A mi tío Nicolás Cortez (Q.E.P.D) por todo su cariño consejos y enseñanzas las cuales formaron y crearon en mí el hábito de estudiar y alcanzar mis metas.

A mi hermano Víctor Manuel Sánchez García (Q.E.P.D) quien no pudo ver este triunfo, pero del cielo me cuida y vera que logre mi meta.

A mis hermanos por sus apoyos incondicionales, me han dado una gran muestra de cariño al estar juntos, pendiente de mí.

A mis amigos y compañeros: por brindarme su amistad, experiencia, conocimientos y su apoyo en mi desarrollo académico y personal.

A los docentes: todos y cada uno de los maestros de la facultad de ciencias agronómicas, que fueron parte de mi formación académica, por el apoyo, orientación.

Lidia Maribel Sánchez García

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso que nos llenó de entusiasmo para lograr este triunfo profesional para optar a título de Ingeniero agrónomo.

Productores del cultivo de Papa de la zona alta de Chalatenango, quienes nos brindaron su humildad y conocimiento en torno a la realidad que presenta este cultivo en nuestro país.

A la Facultad de ciencias agronómicas por brindarnos la oportunidad de recibir conocimiento de años de formación profesional e incidir de manera directa en la seguridad alimentaria de nuestro país

A los docentes de la faculta de ciencias agronómicas, que compartimos muchas experiencias de la realidad nacional y que nos ayudaron a compartir con las personas que viven el día a día (productores)

Agradecer a la estación experimental, porque mediante las prácticas de campo y el personal humano nos enseñaron a apreciar la vida del trabajo arduo que tiene los cultivos y el sector pecuario establecido en ella.

ING. AGR. MARIO ALFREDO PÉREZ ASCENCIO e ING. AGR. BALMORE MARTINEZ SIERRA, que a pesar de las dificultades nos brindaron un apoyo incondicional en los momentos más difíciles, donde no encontrábamos la salida a las dificultades del proceso de caracterización del cultivo.

Daniel Ernesto Candray Gómez

DEDICATORIA

A mi familia Candray Gómez por estar en todos los momentos de mi preparación y formación académica para poder aspirar a Ingeniero Agrónomo.

A todas las personas que un momento pertenecieron a mi vida de estudiante y que incidieron de manera emocional, deportiva, académica

A nuestro Dios que de manera incondicional los triunfos llegan en tiempos de él decide y no en momentos de vanidad por el hombre

Mi núcleo familiar especialmente a mi hija Madeline Aleida Candray Claros que, por designios de Dios, me preparo para recibirla de la mejor manera al mundo gracias al ejemplo de mis padres José Raymundo Candray y María Edelmira Gómez Sorto

Estudiantes de la faculta de ciencias agronómicas, para que este enfoque de estudio genere mejores expectativas de liderazgo en brindar a nuestros productores una solución a mediano y largo plazo, así no depender de mercados externos para generar una semilla certificada y que esté disponible a nuestros productores todo el tiempo.

Daniel Ernesto Candray Gómez

Índice

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1.	Origen y distribución de la papa	3
2.2.	Importancia económica y nutricional del cultivo de la papa.....	3
2.3.	Descripción botánica	4
2.4.	Morfología de la papa.....	4
2.5.	Fenología del cultivo de papa.....	5
2.6.	Caracterización	7
2.6.1.	Caracterización morfológica y sus descriptores	7
2.7.	Descriptores	8
2.7.1.	Color del Tallo	9
2.7.2.	Forma de las Alas del Tallo	10
2.7.3.	Características de las hojas	10
2.7.4.	Sobre posición de los folíolos laterales primarios.....	11
2.7.5.	Forma del foliolo terminal	12
2.7.6.	Forma del ápice del Foliolo Terminal	13
2.7.7.	Forma de la Base del Foliolo Terminal.....	14
2.8.	Características de las flores	14
2.8.1.	Grado de floración.....	14
2.8.2.	Forma de la corola	15
2.8.3.	Color de la flor.....	15
2.8.3.1	Color predominante de la flor	15
2.8.3.2	Intensidad del color predominante de la flor.....	16
2.8.3.3	Color secundario de la flor	16
2.8.3.4	Distribución del color secundario de la flor	17
2.8.3.5	Tamaño de la flor	17
2.8.3.6	Pigmentación en las anteras	18
2.8.3.7	Pigmentación del pistilo.....	19
2.8.3.8	Color del cáliz	20
2.8.3.9	Color del pedicelo	20

2.8.4 Fase C o fructificación	21
2.8.4.1 Color de los Frutos.....	21
2.8.4.2 Forma del Fruto	21
2.8.5 Fase D o tubérculos a la cosecha	22
2.8.5.1 Color de la piel del tubérculo.....	22
2.8.5.2 Color predominante	23
2.8.5.3 Intensidad de color predominante	23
2.8.5.4 Color secundario del Color de Piel del Tubérculo.....	23
2.8.5.5 Distribución del Color Secundario de la Piel del tubérculo.....	24
2.8.5.6 Forma general del tubérculo.....	25
2.8.5.7 Formas del Tubérculo.....	25
2.8.5.8 Formas Raras de Tubérculo.....	25
2.8.5.9 Profundidad de los ojos de los tubérculos.....	26
2.9. Variedades Utilizadas.....	26
2.10. Descripción de variedades utilizadas	27
2.10.1. Variedad Ictafrit.....	27
2.10.2. Variedad Tollocan	27
2.10.3. Variedad Soloma	27
2.11. Fases fenológicas del cultivo de papa	28
2.11.1. Fase 1: Emergencia o brotación	28
2.11.2. Fase 2: Crecimiento de brotes laterales	28
2.11.3. Fase 3: Crecimiento de brotes laterales	28
2.11.4. Fase 4: Llenado de tubérculos.....	28
2.11.5. Fase 5: Maduración	28
2.12. Clima y Zonas del Cultivo.....	29
2.12.1. Épocas de cultivos en El Salvador.....	30
2.12.2. Preparación del suelo	30
2.12.3. Fertilización.....	31
2.12.4. La aporca.....	31
2.13. Investigaciones del cultivo de papa en El Salvador	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1. Descripción del lugar de estudio	34
3.1.1. Las pilas, Chalatenango.....	34

3.1.1.1.	Materiales y equipos	34
3.1.1.2.	Semilla.	34
3.1.1.3.	Metodología de campo	35
3.1.1.4.	Preparación del suelo.	35
3.1.1.5.	Fertilización.....	35
3.1.1.6.	Riego.	36
3.1.1.7.	Problemas que afectaron en la investigación.	36
3.1.2.	Universidad de El Salvador	36
3.1.2.1.	Preparación del terreno.	36
3.1.2.2.	Fertilización.....	36
3.1.2.3.	Riego.	37
3.1.2.4.	Metodología de campo.	37
3.1.2.5.	Problemas en la investigación.	37
3.2.	Variables a evaluar en la investigación.	37
3.2.1.	Características del tallo	38
3.2.2.	Características de las hojas.	38
3.2.3.	Características de las flores	39
3.2.4.	Características de tubérculos.....	40
3.3.	Metodología estadística.....	41
3.4.	Metodología Económica	42
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1.	Variedad Soloma	44
4.1.1.	Habito de crecimiento.....	44
4.1.2.	Características del tallo	44
4.1.2.1.	Color del tallo	44
4.1.2.2.	Forma de las alas del tallo.	45
4.1.2.3.	Número de pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal	45
4.1.2.4.	Número de pares de folíolos laterales secundarios sobre los pecíolos..	45
4.1.2.5.	Sobre posición de los folíolos laterales primarios	45
4.1.2.6.	Forma del folíolo terminal.....	46
4.1.2.7.	Forma del ápice del folíolo terminal	46
4.1.2.8.	Forma de la base del folíolo terminal	46
4.2.	Variedad Tollocan.....	46
4.2.1.	Habito de crecimiento.....	46

4.2.2.	Características del tallo	47
4.2.2.1.	Color del tallo	47
4.2.2.2.	Forma de las alas del tallo.	47
4.2.2.3.	Número de pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal	47
4.2.2.4.	Número de pares de folíolos laterales secundarios sobre los peciolos..	48
4.2.2.5.	Sobre posición de los folíolos laterales primarios	48
4.2.2.6.	Forma del folíolo terminal.....	48
4.2.2.7.	Forma del ápice del folíolo terminal	48
4.2.2.8.	Forma de la base del folíolo terminal	48
4.3.	Variedad Icta-Frit	49
4.3.1.	Habito de crecimiento	49
4.3.2.	Características del tallo	49
4.3.2.1.	Color del tallo	49
4.3.2.2.	Forma de las alas del tallo.	50
4.3.2.3.	Número de pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal	50
4.3.2.4.	Número de pares de folíolos laterales secundarios sobre los peciolos..	50
4.3.2.5.	Sobre posición de los folíolos laterales primarios	50
4.3.2.6.	Forma del folíolo terminal.....	51
4.3.2.7.	Forma del ápice del folíolo terminal	51
4.3.2.8.	Forma de la base del folíolo terminal	51
5.	CONCLUSIONES	52
6.	RECOMENDACIONES.....	53
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	54
8.	ANEXOS.....	58

Índice de Cuadros

Cuadro 1.	color de tallo	9
Cuadro 2.	Parámetros de la forma de las alas del tallo	10
Cuadro 3.	Sobre posición de los folíolos laterales primarios	11
Cuadro 4.	Forma del folíolo terminal.....	12
Cuadro 5.	Forma del ápice del Foliolo Terminal	13
Cuadro 6.	Forma de la Base del Foliolo Terminal	14
Cuadro 7.	Grado de floración	14
Cuadro 8.	Forma de la corola	15
Cuadro 9.	Color predominante de la flor.....	15
Cuadro 10.	ntensidad del color predominante de la flor	16

Cuadro 11. Color secundario de la flor	16
Cuadro 12. Distribución del color secundario de la flor	17
Cuadro 13. Tamaño de la Flor.....	17
Cuadro 14. Pigmentación en las Anteras	18
Cuadro 15. Pigmentación de pistilo	19
Cuadro 16. Color de cáliz	20
Cuadro 17. Color de pedicelo	20
Cuadro 18. Color de los frutos.....	21
Cuadro 19. Color predominante	23
Cuadro 20. Intensidad de color predominante.....	23
Cuadro 21. Color secundario del color de piel del tubérculo	23
Cuadro 22. Distribución del color secundario de la piel del tubérculo.	24
Cuadro 23. Formas del tubérculo.	25
Cuadro 24. Formas raras de tuberculo	25
Cuadro 25. Profundidad de los ojos de los tuberculos.	26
Cuadro 26. Ciclo fenológico del cultivo de papa.....	29
Cuadro 27. Datos de caracterización de tres variedades de papa obtenidos en Las Pilas Chalatenango.	42
Cuadro 28. Datos de caracterización de dos variedades de papa en el ensayo instalado en la Facultad de Ciencias Agronómicas. UES.	43

Índice de Figura

Figura 1. Habito de Crecimiento	9
Figura 2. Color del Tallo.	9
Figura 3. Forma de las alas del Tallo.	10
Figura 4. Partes de la Hoja	11
Figura 5. Sobre posición de los foliolos laterales primarios	12
Figura 6. Forma del Foliolo terminal	13
Figura 7. Forma del ápice del Foliolo Terminal.....	13
Figura 8. Forma de la Base del Foliolo terminal.	14
Figura 9. Forma de la corola.....	15
Figura 10. Color secundario de la flor.....	16
Figura 11. Distribución del color secundario en la flor.	17
Figura 12. Pigmentación de las anteras	18
Figura 13, Pigmentación del pistilo.....	19
Figura 14. Forma del fruto.	22
Figura 15. Color de la piel del tubérculo.	22
Figura 16. Distribución del color secundario de la piel del tubérculo.	24
Figura 17. Formas del Tubérculo.....	26
Figura 18. Diseño de campo de la investigación	35
Figura A- 1. Morfología de la planta de papa.....	58
Figura A- 2. Establecimiento de cultivo en la zona alta de Chalatenango.	59

Figura A- 3. Semilla de Papa proporcionada por la Facultad de Ciencias Agronómicas.....	59
Figura A- 4. Colaboración de agricultor de la zona.....	59
Figura A- 5. Planta dañada.....	59
Figura A- 6. Preparación de terreno para establecer cultivo en la Facultad de Ciencias Agronómicas.....	59
Figura A- 7. Aplicación e incorporación de bokashi.....	59
Figura A- 8. Aplicación de riego por gravedad.....	59
Figura A- 9. Siembra en la Facultad de Ciencias Agronómicas.....	59
Figura A- 10. Estado del cultivo de en la facultad de ciencias agronómicas, al momento del cierre de actividades por la pandemia COVID-19.....	59
Figura A- 11. Inter hojuelas sobre el raquis principal.....	59
Figura A- 12. Foliolos laterales secundarios sobre los peciolo.....	59
Figura A- 13. Ubicación de montaje en El departamento de Chalatenango.	59
Figura A- 14. Ubicación de montaje en Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.	59

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa es uno de los rubros de mayor importancia económica en la zona de Chalatenango, sin embargo, las áreas de siembra y los rendimientos han ido disminuyendo debido a que los productores carecen de semilla de buena calidad y los materiales que utilizan no reúnen las condiciones mínimas, proliferando focos de infección de plagas y enfermedades al importar de los países como Guatemala, Honduras y Nicaragua; disminuyendo los rendimientos (Vásquez 2018).

La papa, forma parte del sistema alimentario mundial, es el cuarto producto más importante superado por el maíz, arroz y trigo y es consumido por miles de millones de personas en todo el mundo. A nivel mundial representa el 4.2% de la producción agrícola total. El volumen de producción promedio en la década 2010-2019 fue de 449 millones de toneladas con un rendimiento promedio de 20 toneladas por hectárea. En El Salvador el consumo per capita es de 2.2 Kg por año. (MIDAGRI 2020)

Por esta razón y con el fin de garantizar a los productores, la obtención de semilla de calidad, el CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal), realiza trabajos de investigación en la producción y manejo de semilla mejorada en condiciones protegidas, que permita a los productores de semilla continuar con la reproducción e incrementar las áreas de siembra de papa para consumo (MAG 2016).

La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, con el apoyo internacional de la Agencia de Cooperación Internacional de Corea (KOICA, por sus siglas en inglés), en coordinación con la Universidad Nacional de Kangwon y la Fundación para la Cooperación Industria Universidad (UICF) y CENTA, trabajo en la producción de semilla de papa, libre de virus. Proyecto que permitió una producción óptima de papa en El Salvador (Sol 2015).

En 2015-2016 se realizó un estudio sobre la “Evaluación de Tres Variedades de Papa (*Solanum tuberosum* L.) multiplicadas in vitro en dos volúmenes de sustrato para la producción de mini tubérculos bajo invernadero”, aplicando la técnica de hidroponía en tres variedades comerciales “Soloma”, “Icta-Frit” y “Tollocan” para producción de mini tubérculos como semilla pre-básica, estadísticamente no hubo diferencia significativa en las variedades, mostrando indiferencia en la producción y peso en tubérculos de cada variedad. En este

mismo estudio se determinó que la variedad Tollocan presento mayor porcentaje en la categoría mediana de semilla prebásica con un 31.50% en relación al peso (5-10gr) y diámetro (1.4-1.8 cm).

Vásquez, Wilfredo (2018), evaluación de tres variedades de cultivo de papa (*solanum tuberosum* L) con tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla Pre básica. En variedades Soloma”, “Granola” y “Tollocan”. Se a determinando que la variedad Soloma es de las mejores adaptadas para la propagación de semilla pre-básica en ambiente controlado bajo la técnica de hidroponía.

La zona alta del Departamento de Chalatenango, conocida por el potencial para el desarrollo del cultivo de papa, según el régimen histórico del país la producción de papa se centraliza en periodo de finalización del invierno (mes de diciembre) y los primeros meses del año (enero y febrero), sin embargo, existen dificultades que impiden el desarrollo de la producción de papa, ya que, la producción de semilla de buena calidad es limitada o nula.

Debido a lo antes expuesto esta investigación tuvo como objetivo caracterizar morfoagronómicamente cuatro variedades de papa, para aportar información que permita la producción de semilla de papa de buena calidad para contribuir a los productores nacionales, y puedan generar su propia semilla y así poder identificar las características de cada variedad para poder utilizar las que mejor se adapten y generen mejores ingresos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen y distribución de la papa

El origen de la papa es la cordillera de los Andes en América del Sur, situado en el Perú, pero en los dos últimos siglos la mayor parte ha sido cultivada en Europa.

Desde el decenio de 1960, el cultivo de la papa comenzó a extenderse en el mundo en desarrollo. Sólo en la India y China, el total de la producción aumentó de 16 millones de toneladas a casi 100 millones en 2007. Si bien la producción en Europa, «segundo hogar» de la papa desde hace siglos, está disminuyendo, la papa tiene mucho espacio para producirse en el mundo en desarrollo, donde su consumo es menos de una cuarta parte del que representa en los países desarrollados (Vásquez Ramírez, 2018).

2.2. Importancia económica y nutricional del cultivo de la papa

A diferencia de otros cultivos, la papa se reproduce vegetativamente. Por lo tanto, una parte de la cosecha de cada año entre el 5 y 15 por ciento, dependiendo de la calidad de los tubérculos cultivados, se reserva para la temporada siguiente de siembra (tubérculo-semilla). La mayoría de los agricultores en los países en desarrollo seleccionan y almacenan sus propios tubérculos semillas.

A nivel mundial la producción de papa ha aumentado a un ritmo anual; en América del Norte y Oceanía entre 1 y 2% por año; en Latinoamérica 3% por año; África y Asia 4% por año y en los países desarrollados, la producción total de papa creció más de un 100%.

La papa es un alimento versátil y tiene gran contenido de carbohidratos, es popular en todo el mundo, se prepara y sirve en una gran variedad de formas. Recién cosechada, contiene un 80% de agua y un 20% de materia seca. Respecto a su peso seco, el contenido de proteína de la papa es análogo al de los cereales, y es muy alto en comparación con otras raíces y tubérculos. La papa tiene abundantes micronutrientes, sobre todo vitamina C, además este tubérculo tiene vitaminas B1, B3 y B6 y minerales como potasio, fósforo y magnesio así como folato, ácido pantoténico, contiene una cantidad de hierro, y riboflavina. Además, contiene antioxidantes alimentarios, los cuales pueden contribuir a prevenir

enfermedades relacionadas con el envejecimiento, a más de esto fibra, cuyo consumo es bueno para la salud (Vásquez Ramírez, 2018).

2.3. Descripción botánica

La papa pertenece a la familia de las solanáceas. Número cromosómico 24 (diploide), 36 (triploide), 48 (tetraploide) y 60 (pentaploide). Hábito de crecimiento: erecto, semi-erecto y rastroso. Formas de reproducción sexual autogámica y asexual (tubérculos). Periodo vegetativo es de 150 a 210 días (va depender de las condiciones climáticas y el cultivar) (Grepe 2001).

2.4. Morfología de la papa

La planta de papa es de naturaleza herbácea, tuberosa consta de un sistema aéreo y un sistema subterráneo. Es una planta anual que alcanza una altura entre 40 y 80 cm (Villanueva, 2017). (Figura A-1).

El brote: es un tallo que se origina en el ojo del tubérculo. El tamaño y apariencia varía de acuerdo a las condiciones del almacenamiento del tubérculo. Cuando se siembra el tubérculo cada brote da origen a un tallo, El extremo basal del brote forma normalmente la parte subterránea del tallo y se caracteriza por la presencia de lenticelas. Después de la siembra, esta parte rápidamente produce raíces y luego estolones o tallos laterales (Villanueva, 2017).

Tallos: la papa tiene tres tipos de tallos uno aéreo sobre el cual se disponen las hojas y dos tallos subterráneos: los estolones y tubérculos (Villanueva, 2017).

Tallo principal: se origina del brote del tubérculo de semilla, y en ellas se originan los tallos secundarios de las yemas nodales (Villanueva, 2017).

Tallo estolonífero: está formado por brotes laterales que nacen de la base del tallo aéreo (Villanueva, 2017).

La raíz: es la estructura subterránea responsable de la absorción del agua y sales minerales. Se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forman un sistema fibroso.

El sistema radicular es fibroso y se extiende bien, pudiendo penetrar hasta los 80 centímetros y las raíces se ubican entre la superficie del suelo y el tubérculo semilla (Villanueva, 2017).

La hoja: las hojas son de tipo compuesta con 7 a 9 folíolos y es la estructura que sirve para captar y transformar la energía alimenticia (azúcares y almidón) (Villanueva, 2017).

Inflorescencia y flor: la inflorescencia nace en extremo terminal del tallo y el número de flores en cada una puede ir desde una hasta treinta, siendo lo más usual entre 7 y 15 (Villanueva, 2017).

La flor es la estructura aérea que cumple funciones de reproducción sexual, desde el punto de vista agrícola tiene la función para el reconocimiento de variedades. Las numerosas especies y variedades de papa ofrecen una gran variación de características en la floración (Villanueva, 2017).

El fruto y la semilla: el fruto es una baya que se origina por el desarrollo del ovario. La semilla dentro de la baya es conocida también como la semilla sexual, es el ovulo fecundado, desarrollado y maduro y tiene la facultad de originar una planta que adecuadamente aprovechada puede producir cosechas satisfactorias (Villanueva, 2017).

El tubérculo: Son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Un tubérculo tiene dos extremos: el basal, o extremo ligado al estolón, que se llama talón, y el extremo expuesto, que se llama extremo apical o distal. Es la parte comestible donde se almacenan los almidones, es el fruto agrícola (Villanueva, 2017).

2.5. Fenología del cultivo de papa

Dormancia o reposo de la semilla: Es el periodo que transcurre entre la cosecha y la brotación. Para el tubérculo semilla esta etapa dura 2-3 meses, y para la semilla sexual, 4 a 6 meses. La dormancia puede ser rota o inducida por heridas o alguna enfermedad en el tubérculo; en estos casos la brotación ocurre en menor tiempo. También puede inducirse por tratamiento químico, utilizando el ácido giberélico, en dosis de 1 a 5 ppm (Villanueva, 2017).

Existen dos definiciones comunes de período de reposo:

Reposo total: el período comprendido desde el inicio de la tuberización hasta el término del reposo.

Reposo Postcosecha: el período desde la cosecha hasta el fin del reposo (Menjívar y Zepeda 2016).

Desarrollo de los tubérculos: Los tubérculos alcanzan la madurez fisiológica a los 75 días, en variedades precoces, 90 días para intermedias y 120 días para variedades tardías. En esta etapa los tubérculos pueden cosecharse y almacenarse (CENTA 2002).

Brotación: Crecen de las yemas que se encuentran en los ojos del tubérculo y el color es una característica varietal importante. Los brotes pueden ser blancos, parcialmente coloreados en la base o el ápice, o casi totalmente coloreados. Los brotes blancos, cuando se exponen indirectamente a la luz, se tornan verdes. El extremo basal del brote forma normalmente la parte subterránea del tallo y se caracteriza por la presencia de lenticelas. Después de la siembra, esta parte rápidamente produce raíces y luego estolones o tallos laterales. El extremo apical del brote da origen a las hojas y representa la parte del tallo donde tiene lugar el crecimiento del mismo (Menjívar y Zepeda, 2016).

Estolones: Tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos. Los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal. Sin embargo, no todos los estolones llegan a formar tubérculos. Un estolón no cubierto con suelo, puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal (CENTA 2002).

Emergencia: Los brotes emergen a los 10-12 días en tubérculos, y de 8 a 10 días en semilla sexual, cuando son plantados en el campo y tienen las condiciones adecuadas de temperatura y humedad en el suelo, para su desarrollo (CENTA 2002).

2.6. Caracterización

La caracterización del germoplasma de cualquier cultivo es un procedimiento que normalmente se utiliza para describir los caracteres morfológicos, fenológicos y productivos que identifican a las especies o accesiones; así como para verificar el grado de variación que poseen las colecciones de materiales útiles, pero potencialmente diferentes, representados por una mayor o menor cantidad de individuos (Machado 2011).

La caracterización morfológica y la agronómica son actividades complementarias que consisten en describir los atributos de las accesiones y, con ello, determinar su utilidad; pero a la vez permite identificar los tipos promisorios para los procesos de selección, mejoramiento genético u otros fines (Machado 2011).

Para llevar a cabo el proceso de caracterización se utilizan descriptores reconocidos. Cuando la diversidad genética entre especies y dentro de las especies es fácilmente observable, los descriptores morfológicos suministran información con la que se puede evitar la duplicación del mismo material y minimizar las sobreestimaciones de la diversidad existente (Machado 2011).

2.6.1. Caracterización morfológica y sus descriptores

Los descriptores de caracterización permiten una discriminación fácil y rápida entre fenotipos. Generalmente son caracteres heredables, pueden ser fácilmente detectados a simple vista y se expresan igualmente en todos los ambientes. Además, pueden incluir un número limitado de caracteres adicionales considerados deseados por consenso de los usuarios de un cultivo en particular (Tapia Vásquez, 2017).

Para la descripción y evaluación de los recursos genéticos se procede de la siguiente manera:

1. La identificación de cada entrada de una colección, con la debida selección de las partes de la planta para su descripción. Por lo general son aquellas que menos están influenciadas por el medio ambiente como semilla, flor y fruto.
2. La descripción en el proceso de describir detalladamente las diversas formas que puede tener la parte de la planta sometida a la evaluación.

3. La evaluación es uno de los aspectos más importantes de una colección y es el conocimiento cabal de todo el material colectado y descrito, estas evaluaciones se realizan teniendo en cuenta los aspectos más resaltantes como rendimiento, adaptabilidad, resistencia a plagas y enfermedades, etc (Tapia Vásquez, 2017).

Los datos tomados durante la caracterización y evaluación son infinitos pero una buena descripción se limita a las características de importancia para el mejoramiento, de utilidad para conocer la estructura de población. Los descriptores deben de ser claros y cada uno debe representar una sola característica y debe referirse al estado de desarrollo en el cual se toma el dato. Actualmente, por lo general, la característica de la papa se realiza usando los descriptores del Centro Internacional de la Papa (CIP). Los descriptores morfológicos incluyen 12 descriptores de tubérculos, 6 de tallo, 5 de hojas, 20 de flores, 5 de frutos y 4 descriptores de hábito de crecimiento de la planta. Con el objetivo de identificar duplicados del mismo cultivar nativo en la colección conservada por el CIP, se seleccionaron 28 descriptores morfológicos. En base a la experiencia, estos descriptores fueron considerados claves para facilitar el rápido agrupamiento de entradas en la colección con alto porcentaje de características morfológicas similares (Gutiérrez, 2016).

2.7. Descriptores

Para la caracterización morfológica, el Centro Internacional de la Papa (CIP) utiliza el siguiente listado de descriptores, dividida en cuatro fases: brotamiento, floración, fructificación y tubérculos a la cosecha (Tibán Leica, 2012).

Fase A o brotamiento: Este dato se toma cuando las plantas alcancen su germinación en un 70%.

Fase B o floración: Este dato se toma cuando las plantas alcancen su plena floración, es decir más del 75% de floración en cada accesión. Por lo tanto, constará la evaluación de los siguientes caracteres:

Hábito de crecimiento de las plantas. Este dato se toma observando la planta desde un metro de distancia del surco donde se ubica las plantas seleccionadas, se compara con la figura del descriptor (figura 1).

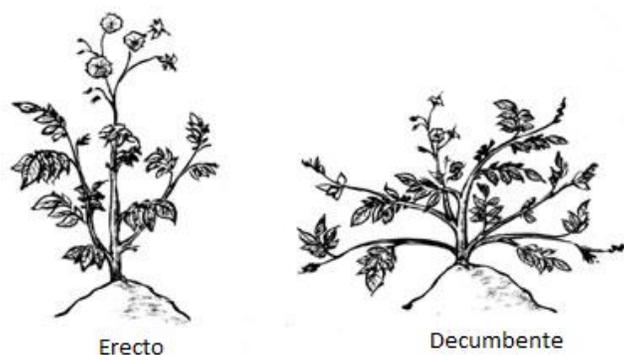


Figura 1. Habito de Crecimiento
Fuente: INTA

2.7.1. Color del Tallo

Se describe la distribución de pigmentos antocianínicos (rojo o morado) en los tallos (Figura 2). Se debe evaluar el color predominante de los tallos considerando todo el tallo desde la base hasta el ápice (Tibán Leica, 2012).

Cuadro 1. color de tallo

1. Verde
2. Mayormente verde
3. Verde con muchas manchas pigmentadas
4. Pigmentado con muchas manchas verdes



Figura 2. Color del Tallo.
Fuente: INTA

2.7.2. . Forma de las Alas del Tallo

Se realiza a través de la observación de toda la longitud del tallo principal que se está evaluando, se anota un dígito (Figura 3), es decir la forma más común utilizando los siguientes parámetros (cuadro 1)

Cuadro 2. Parámetros de la forma de las alas del tallo

0 Ausente	3 Ondulado y angosto	6 Dentado y ancho (> 2mm)
1 Recto y angosto	4 Ondulado y ancho (> 2mm)	
2 Recto y ancho (>2mm)	5 Dentado y angosto	

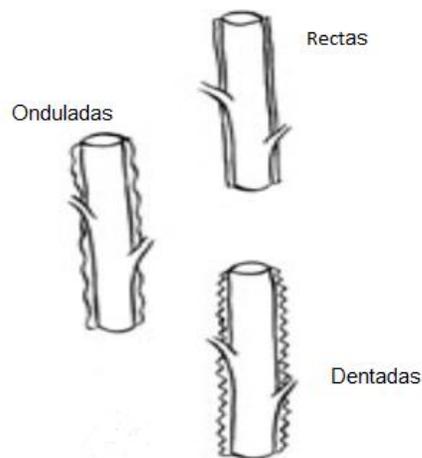


Figura 3. Forma de las alas del Tallo.
Fuente: INTA

2.7.3. Características de las hojas

Este dato se toma ubicando en el tallo principal (tallo mejor desarrollado) y en este la hoja ubicada en la mitad del tallo, en donde se evalúa número de pares de folíolos laterales primarios, número de pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal, Número de Pares de folíolos laterales secundarios sobre los peciolulos (Figura 4). Se registra tomando en cuenta la siguiente escala: 0 ausente, 1 par, 3 pares, 4 pares, 5 pares, 6 pares o más.

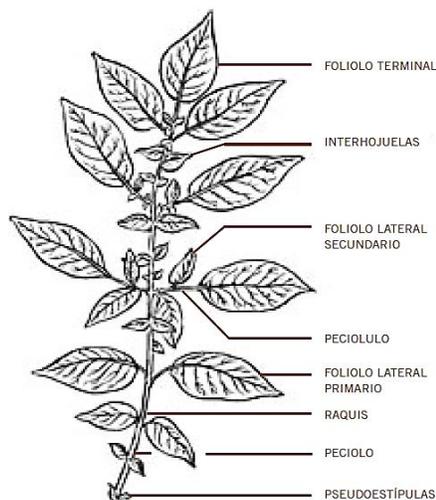


Figura 4. Partes de la Hoja
Fuente: INTA

2.7.4. Sobre posición de los folíolos laterales primarios

Descripción del grado de sobre posición entre los folíolos laterales primarios (Figura 5), se registran de la siguiente manera:

Cuadro 3. Sobre posición de los folíolos laterales primarios

1.	Muy separados (> 2 mm de separación entre folíolos)
2.	Separados (1-2 mm de separación)
3.	Unidos
4.	Sobrepuestos (1-2 mm de sobre posición)
5.	Muy sobrepuestos (> 2mm de sobre posición)



Figura 5. Sobre posición de los folíolos laterales primarios
Fuente: INTA

2.7.5. Forma del foliolo terminal

Está determinado por la proporción entre su largo y su ancho (TLL; TW) y la proporción entre la longitud de la parte más ancha hasta el ápice del foliolo y el largo del foliolo terminal (TLA;TLL) (Figura 6). Se determina utilizando regla y cinta métrica (Tibán Leica, 2012).

Cuadro 4. Forma del foliolo terminal

1. Anchamente elíptico (TlaTll cerca de 0.5 y TllTlw cerca de 1.5).
2. Elíptico (Tla cerca de 0.5 y TllTlw >= 2).
3. Lanceolada (TlaTll cerca de 0.8 y TllTlw >=2).
4. Ovado (TlaTll cerca de 0.7 y TllTlw >=2).
5. Oblanceolado (TlaTll cerca de 0.2 y TllTlw >=2).
6. Obovada (TlaTll cerca de 0.3 y TllTlw >=2).

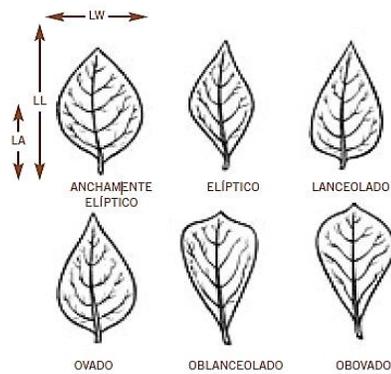


Figura 6. Forma del Foliolo terminal

Fuente: INTA

2.7.6. Forma del ápice del Foliolo Terminal

Cuadro 5. Forma del ápice del Foliolo Terminal

1. Con acumen largo (> 2mm)
2. Con acumen corto (1-2 mm)
3. Obtuso
4. Redondeado



Figura 7. Forma del ápice del Foliolo Terminal

Fuente: INTA

2.7.7. Forma de la Base del Foliolo Terminal

Cuadro 6. Forma de la Base del Foliolo Terminal

1. Cuneado
2. Cuneado y decurrente (con alas)
3. Truncado
4. Redondeado
5. Cordado

Se pueden usar valores intermedios si se observan formas intermedias de la base. Se realiza por observación. (Figura 8)



Figura 8. Forma de la Base del Foliolo terminal.

Fuente: INTA

2.8. Características de las flores

2.8.1. Grado de floración

Se observa la ausencia o presencia de flores, se hace el conteo en toda la planta y se codifica con un dígito de acuerdo a la siguiente escala: (Tibán Leica, 2012).

Cuadro 7. Grado de floración

1. Ausente
2. Aborto de botones
3. Floración escasa
4. Floración moderada
5. Floración profusa

2.8.2. Forma de la corola

Se caracteriza en una flor abierta con los siguientes parámetros (figura 9):

Cuadro 8. Forma de la corola

1. Estrellada ($Cl/Cw \geq 1.2$)
2. Semi-estrellada (Cl/Cw entre 0.9 y 1.1)
3. Pentagonal (Cl/Cw entre 0.5 y 0.8)
4. Rotada (Cl/Cw entre 0.3 y 0.4)
9 Muy rotada ($Cl/Cw \leq 0.2$)

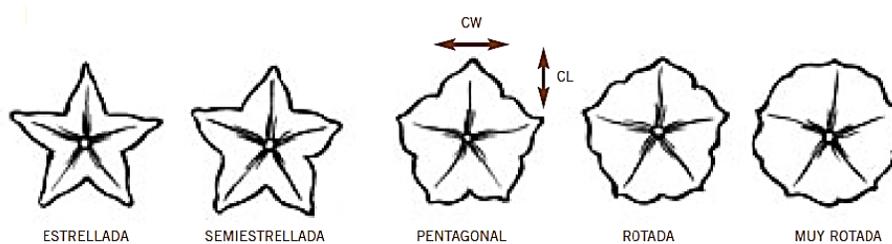


Figura 9. Forma de la corola.

Fuente: INTA

2.8.3. Color de la flor

Se caracteriza en una flor recientemente abierta, en horas de la mañana. Para el trabajo se apoya en la tabla de colores elaboradas para este fin, que permite hacer las evaluaciones comparativas con los colores predominantes y secundarios de la flor, por lo tanto se determina el color principal y su intensidad, color secundario y su distribución y se identifica con cuatro valores en base a la siguiente escala: (Tibán Leica, 2012).

2.8.3.1 Color predominante de la flor

Cuadro 9. Color predominante de la flor

1 Blanco
2 Rojo rosado

3 Rojo morado
4 Celeste
5 Azul morado
6 Lila
7 Morado
8 Violeta

2.8.3.2 Intensidad del color predominante de la flor

Cuadro 10. Intensidad del color predominante de la flor

1 Claro
2 Intermedio
3 Oscuro

2.8.3.3 Color secundario de la flor

Cuadro 11. Color secundario de la flor

0 Ausente
1 Blanco
2 Rojo rosado
3 Rojo morado
4 Celeste
5 Azul morado
6 Lila
7 Morado
8 Violeta

(figura 10)

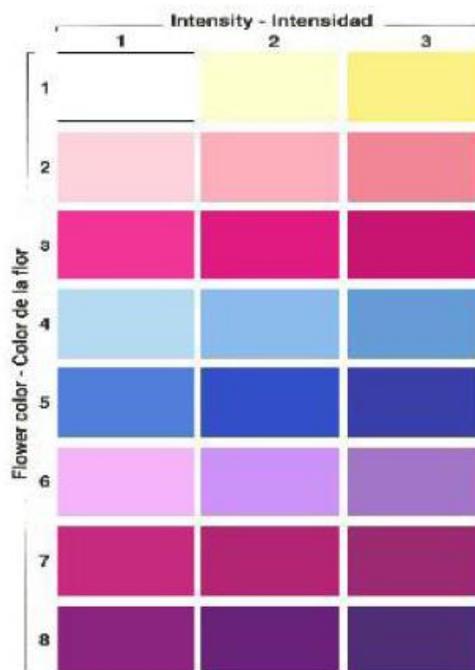


Figura 10. Color secundario de la flor.

Fuente: INTA

2.8.3.4 Distribución del color secundario de la flor

Cuadro 12. Distribución del color secundario de la flor

0 Ausente
1 En el haz del acumen
2 En el envés del acumen
3 En ambos lados del acumen
4 En la estrella del haz
5 Bandas en el haz
6 Bandas en el envés
7 Bandas en ambos lados
8 Manchas salpicadas

(Figura 11)

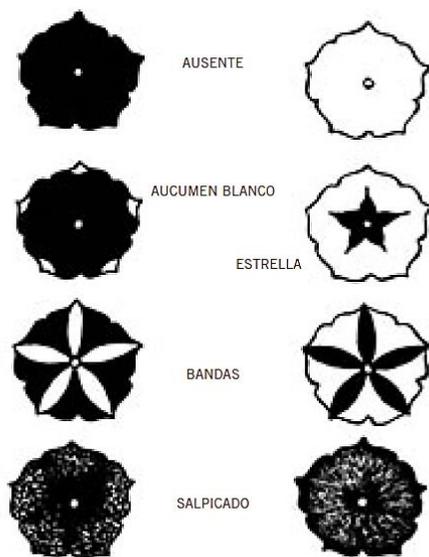


Figura 11. Distribución del color secundario en la flor.

Fuente: INTA

2.8.3.5 Tamaño de la flor

Se determina por el diámetro en mm de flores recientemente abiertas.

Cuadro 13. Tamaño de la Flor

0 No florea
1 Pequeña (< 30 mm)
2 Intermedio (30 a 40)
3 Grande (41 a 50)
4 Muy grande (>50mm)

2.8.3.6 Pigmentación en las anteras

Se caracteriza de la misma flor en donde se evaluó la corola, se observa la distribución de pigmentación antocianinica (rojo o morado) en las anteras (Figura 12) (Tibán Leica, 2012).

Cuadro 14. Pigmentación en las Anteras

0 Sin antocianinas
1 Mancha pigmentada en el ápice de las anteras (PAT)
2 Rayas pigmentadas (PAS)
3 Rayas y manchas pigmentadas
4 Anteras mayor o totalmente pigmentadas

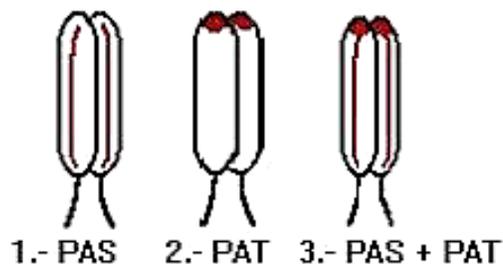


Figura 12. Pigmentación de las anteras

Fuente: INTA

2.8.3.7 Pigmentación del pistilo

Se determina de la misma flor en donde se evalúa la pigmentación de anteras (figura 13).

Cuadro 15. Pigmentación de pistilo

0 Sin antocianinas
1 Estigma pigmentado (PS)
2 Ovario pigmentado (PO)
3 Pared del ovario pigmentado (POW)
4 Estigma y ovario pigmentados
5 Estigma y pared del ovario pigmentados
6 Ovario y pared del ovario pigmentados
7 Estigma, ovario y pared del ovario pigmentados
8 Estilo pigmentado
9 Totalmente pigmentado



Figura 13, Pigmentación del pistilo.

Fuente: INTA

2.8.3.8 Color del cáliz

Se determina la proporción de las pigmentaciones moradas o rojizas del cáliz frente a las áreas verdes de los sépalos de la misma flor de la caracterización anterior, se registra un dígito tomando en cuenta la siguiente escala: (Tibán Leica, 2012).

Cuadro 16. Color de cáliz

1 Verde
2 Mayormente verde
3 Verde con muchas manchas pigmentadas
4 Pigmentado con muchas manchas verdes
5 Mayormente pigmentado
6 Rojizo
7 Morado

2.8.3.9 Color del pedicelo

En el mismo material en donde se caracteriza el color del cáliz, se determina la ausencia o presencia y su distribución de pigmentos a lo largo del pedicelo, se anota un dígito utilizando los siguientes rangos: (Tibán Leica, 2012).

Cuadro 17. Color de pedicelo

1 Verde
2 Solo articulaciones pigmentadas
3 Ligeramente pigmentado a lo largo sin articulaciones
4 Ligeramente pigmentado a lo largo y en articulaciones
5 Pigmentado sobre la articulación
6 Pigmentado debajo de la articulación
7 Mayor mente pigmentada y articulación verde

8 Completamente pigmentado

2.8.4 Fase C o fructificación

Luego de la polinización y fecundación, el crecimiento y desarrollo de las bayas se incrementa. La caracterización se realiza cuando las bayas alcanzan entre 1,0 cm y 1,5 cm de diámetro y se avalúan los siguientes parámetros: (Tibán Leica, 2012).

2.8.4.1 Color de los Frutos

En los frutos de las plantas marcadas, se observa en la piel de la baya la presencia o ausencia y distribución de los pigmentos diferentes al verde, se codifica un dígito de acuerdo a la siguiente escala:

Cuadro 18. Color de los frutos

1 Verde
2 Verde con puntos blancos
3 Verde con bandas blancas
4 Verde con abundantes puntos blancos
5 Verde con áreas pigmentadas
6 Verde con bandas pigmentadas
7 Predominante verde pigmenta

2.8.4.2 Forma del Fruto

Mediante la observación de los frutos y la evaluación comparativa, se puede determinar la forma del fruto, tomando en cuenta la presencia o ausencia del mucrón terminal (pequeña protuberancia dura de forma cónica en el ápice de los frutos: (Figura 14) (Tibán Leica, 2012).

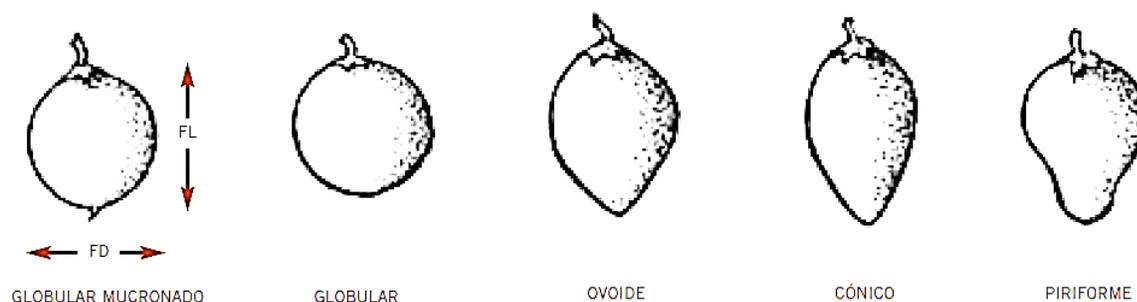


Figura 14. Forma del fruto.

Fuente: INTA

2.8.5 Fase D o tubérculos a la cosecha

Los tubérculos se caracterizan al momento de la cosecha, se recoge cinco tubérculos representativos de cada cultivar (colores y formas más frecuentes, maduros y que no hayan sido verdeados por la luz). Se determina los siguientes caracteres:

2.8.5.1 Color de la piel del tubérculo

Este parámetro se evalúa después de haber cosechado, se selecciona una muestra representativa de cinco tubérculos, se lava bien, mediante la observación y comparación en la tabla de colores de tubérculos y el esquema de escala, se determina el color predominante y su intensidad, color secundario y su distribución: (Figura 15) (Tibán Leica, 2012).

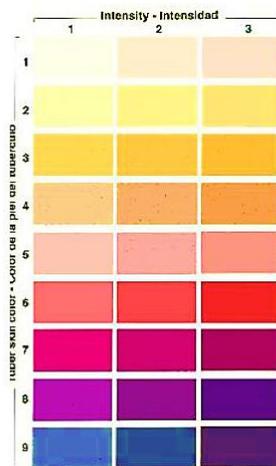


Figura 15. Color de la piel del tubérculo.

Fuente: INTA

2.8.5.2 Color predominante

Cuadro 19. Color predominante

1 blanco-crema
2 amarillo
3 anaranjado
4 marrón
5 rojo-morado
6 morado
7 negruzco

2.8.5.3 Intensidad de color predominante

Cuadro 20. Intensidad de color predominante

1 pálido / claro
2 intermedio
3 intenso / oscuro

2.8.5.4 Color secundario del Color de Piel del Tubérculo

Cuadro 21. Color secundario del color de piel del tubérculo

0 Ausente
1 Blanco-crema
2 Amarillo
3 Anaranjado
4 Marrón
5 Rosado
6 Rojo
7 Morado rojizo
8 Morado
9 Morado violeta

2.8.5.5 Distribución del Color Secundario de la Piel del tubérculo

Cuadro 22. Distribución del color secundario de la piel del tubérculo.

0 Ausente
1 Solamente en los ojos
2 Solamente en las cejas
3 Pigmentado en áreas alrededor de los ojos (salpicado)
4 En manchas dispersas
5 Sin pigmentación en áreas alrededor de los ojos y el resto del tubérculo es pigmentado (como anteojos)
6 En manchas salpicadas

(Figura 16)

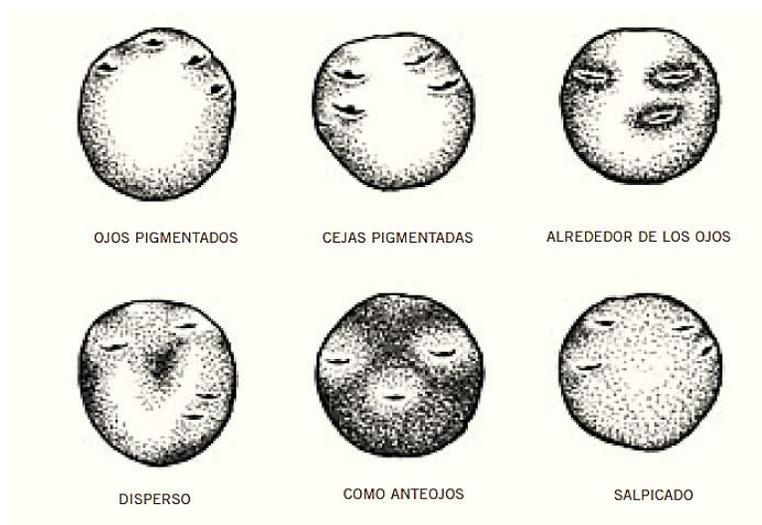


Figura 16. Distribución del color secundario de la piel del tubérculo.

Fuente: INTA

2.8.5.6 Forma general del tubérculo

Se hace la evaluación en los mismos tubérculos representativos, se determina la forma general según la siguiente escala: (Tibán Leica, 2012).

2.8.5.7 Formas del Tubérculo

Cuadro 23. Formas del tubérculo.

1 Comprimido
2 Esférico
3 Ovoide
4 Obovoide
5 Elíptico
6 Oblongo
7 Largo-oblongo
8 Alargado

2.8.5.8 Formas Raras de Tubérculo

Cuadro 24. Formas raras de tuberculo

0 Ausente
1 Aplanado
2 Clavado
3 Reniforme
4 Fusiforme
5 Falcado
6 Enroscado
7 Digitado
8 Concertinoide
9 Tuberosado

2.8.5.9 Profundidad de los ojos de los tubérculos

Profundidad de los ojos de los tubérculos

Cuadro 25. Profundidad de los ojos de los tubérculos.

1 Protuberante o sobresalido
3 Superficial (<2mm)
5 Ligeramente profundo (2-4mm)
7 Profundo (5-6mm)
9 Muy profundo (>6mm)

(Figura 17)

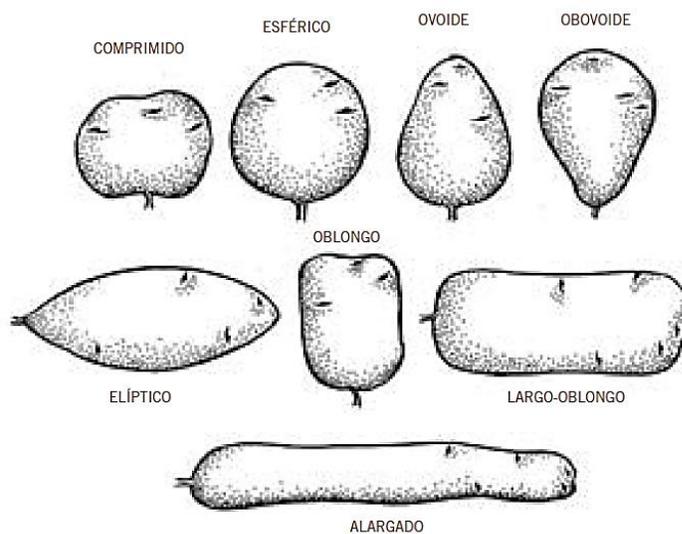


Figura 17. Formas del Tubérculo.

Fuente: INTA

2.9. Variedades Utilizadas

En el país se cultivan tres variedades entre ellas la variedad Soloma, IctaFrit y Tollocan. Las cuales se adaptan entre los 550-2,800msnm. Se presentan características de las variedades. (Ver cuadro A-1)

2.10. Descripción de variedades utilizadas

2.10.1. Variedad Ictafrit

Presenta follaje abundante de color verde oscuro. Plantas que alcanzan los 80-90 cm, florea entre los 70-75 días después de la siembra a 2,390 msnm y 130 días después de la siembra a 3,500 msnm. Sus flores son de color rosado. La piel y la pulpa es de color blanco, Se caracteriza por que sus ojos en las yemas presentan un color púrpura. Se reporta 17.3 % de sólidos totales y 11.6 % de almidón; Se considera tolerante a Tizón Tardío. Considerando sus cualidades culinarias, es buena para papas fritas, ensaladas y papas hervidas. Su rendimiento se ve afectado principalmente por altura sobre el nivel del mar; siendo éste de 20-30 t/ha a 2,390 msnm y 60 t/ha a 3,500 msnm (Franco Rivera 2002).

2.10.2. Variedad Tollocan

Planta con tallos rectos, fuertes y hojas de color verde. Esta puede alcanzar una altura de 70-95 cm. Las flores son de color blanco, las cuales se presentan entre los 55 a 60 días después de la siembra. Su madurez fisiológica la alcanza a los 110 ó 115 días después de la siembra. La piel y la pulpa son de color crema. El tubérculo tiene forma oblonga a redonda. A 2,390 msnm presenta 18.2 % de sólidos totales y 12.6 % de almidón. Se considera tolerante a Tizón Tardío. De acuerdo a estas características, su uso es adecuado para papas hervidas y puré; de regular a buena para papas fritas. Su rendimiento varía de 25 a 35 t/ha. Su textura es cerosa (Franco Rivera 2002).

2.10.3. Variedad Soloma

Planta con tallos y hojas de color verde oscuro. Su altura de planta varía desde 20-30 cm (3,500 msnm) a 60-65 cm (2,390 msnm). En condiciones de campo no produce flores o algunas veces pocas. La forma del tubérculo puede variar de oblongo alargado a alargado. La pulpa y piel es de color crema, susceptible a tizón tardío. Su ciclo vegetativo varía de 80-90 días (2,390 msnm) a 120 días (3,500 msnm). A 2,390 msnm presenta 18.8 % de sólidos y 13.2 % de almidón. De acuerdo con su uso, se caracteriza por ser excelente para papas hervidas y puré; de regular a buena para papas fritas y enlatado. Presenta una textura cerosa. Los rendimientos pueden variar de 15 t/ha (3,500 msnm) a 20-30 t/ha (2,390 msnm) (Franco Rivera 2002).

2.11. Fases fenológicas del cultivo de papa

2.11.1. Fase 1: Emergencia o brotación

Esta fase inicia cuando los brotes emergen en la superficie del suelo; la duración de esta etapa depende de las condiciones de almacenamiento, la variedad utilizada y el estado de brotación de la semilla. Esta última por medio de cambios bioquímicos inicia la formación de una nueva planta que al principio sufre un crecimiento acelerado de raíces, seguido de la emergencia de tallos y hojas. (cuadro 26) (Morales *et al* 2017).

2.11.2. Fase 2: Crecimiento de brotes laterales

La segunda fase comienza después de la emergencia de la plántula, cuando comienzan el proceso de fotosíntesis para el desarrollo aéreo de la planta; es decir la formación de tallos, ramas y hojas. Mientras en la parte subterránea se da la expansión de estolones. (cuadro 26) (Morales *et al* 2017).

2.11.3. Fase 3: Crecimiento de brotes laterales

En esta etapa la planta sigue su crecimiento vegetativo en su parte aérea, consecuentemente en la parte radicular subterránea se están formando los tubérculos que comienzan su desarrollo en la punta de los estolones. (cuadro 26) (Morales *et al* 2017).

2.11.4. Fase 4: Llenado de tubérculos

La cuarta fase coincide con el inicio de la floración (algunas variedades), cuando las células de los tubérculos comienzan a expandirse por la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos; ya en esta etapa los tubérculos absorben la mayor cantidad de nutrientes y carbohidratos disponibles para la planta. (cuadro 26) (Morales *et al* 2017).

2.11.5. Fase 5: Maduración

La última fase de desarrollo, el crecimiento y la tasa fotosintética de la planta disminuyen considerablemente; esta empieza a tornarse de un color amarillento hasta que senescen por completo. El tubérculo madura, forma la piel externa y alcanza el máximo contenido de materia seca para la cosecha. (cuadro 26) (Morales *et al* 2017).

Cuadro 26. Ciclo fenológico del cultivo de papa.

	1	2	3	4	5
Fases	Emergencia o brotación	Crecimiento de brotes laterales	Inicio de la tuberización	Llenado de tubérculos	Maduración
					
	0-----15 DDS-----30 DDS-----45 DDS-----90 DDS-----120DDS-----				

FUENTE: Morales *et al* 2017

2.12. Clima y Zonas del Cultivo

Las zonas y las épocas de siembra están definidas por los requerimientos climáticos, principalmente temperatura y humedad. La producción de papa se ve favorecida por las condiciones del clima de las tierras altas del trópico, donde las temperaturas son relativamente frescas y los suelos sueltos. La papa requiere clima frío o fresco para su producción; las temperaturas óptimas para el crecimiento y la tuberización se encuentran entre los 15 °C y los 25 °C. Es de suma importancia que desde la siembra hasta la cosecha se presenten lluvias distribuidas, de alrededor de 400 mm a 800 mm en la etapa más crítica, que es la de formación de tubérculos, luego de la floración. Además, se debe evitar sembrar en zonas muy expuestas al viento. (INTA 2016).

La planta de papa es termo periódica, lo que significa que la magnitud de la variación entre la temperatura diurna y la nocturna es aún más importante que la temperatura media diaria. Se considera que esta diferencia debe ser al menos de 10 °C, ya que, si es menor, las plantas no crecen bien y los rendimientos se reducen. Los cambios en la temperatura promedio de la zona de siembra a lo largo del ciclo de cultivo también afectan el rendimiento y la calidad de los tubérculos producidos. Las plantas requieren que las temperaturas, desde la siembra hasta el inicio de la tuberización, sean relativamente altas para favorecer el crecimiento de

tallos y hojas. Pero una vez que se inicia la formación de los tubérculos, si la temperatura continúa siendo alta, se reducen los rendimientos y la calidad de la cosecha (INTA 2016).

2.12.1. Épocas de cultivos en El Salvador

La mayoría de la plantación de papa en El Salvador es en la región de Chalatenango que está al noroeste del país y es altiplanicie. Mayormente se cultiva en época seca. En esta época la cantidad y calidad de la papa es muy buena. En El Salvador se inicia a sembrar papa a partir de la segunda semana de noviembre y diciembre y se cosecha a partir de marzo o abril, según los cultivares que se utilicen.

En la principal región de cultivo están los cantones: El Centro, Las Pilas, Las Aradas, Los Alvarado, entre otros del municipio de San Ignacio del departamento de Chalatenango donde existen buenas condiciones (temperatura fresca, cantidad de sol abundante) para que produzca buena calidad y cantidad de cultivos (KOICA, sf).

La siembra del cultivo de papa se recomienda hacerla en surcos con una profundidad de 20 cm, procurando dejar un surco libre, para una buena ventilación del cultivo y evitar el maltrato de las plantas en el momento de las aplicaciones de productos al follaje. Cada agricultor definirá cada cuanto dejará un surco libre en sus respectivas siembras.

Se recomienda la siembra a distancias de 25 a 30 cm entre tubérculos y de 0,80 m a 1 m entre surcos, dependiendo de la variedad que se va a utilizar y de la zona de siembra. (CENTA 2002)

2.12.2. Preparación del suelo

La preparación del terreno debe hacerse con la mayor anticipación posible a la siembra, con la finalidad de favorecer la descomposición de los residuos de la cosecha anterior e inducir la germinación anticipada de las malezas, para su buen control al momento de la siembra. (CENTA 2002).

Estas prácticas varían de acuerdo con las condiciones topográficas del terreno. Suelos en condiciones de ladera la preparación se hace en forma manual con azadón, realizándose primeramente una chapoda; luego un picado del suelo, y posteriormente, al momento de la siembra, se surca de preferencia en curvas a nivel si el terreno es inclinado. (CENTA 2002)

2.12.3. Fertilización

La papa requiere una fertilización bien equilibrada, dado que cada zona y variedad presentan condiciones y requerimientos diferentes. La manera más segura de realizarla es a través de un análisis de suelo, que indica los elementos presentes y las cantidades que se tienen que reponer según los requerimientos del cultivo. La fertilización debe realizarse por lo menos una vez por año. Para ello, es necesario conocer los requerimientos de la variedad que se va a sembrar y usar las fórmulas de fertilizantes más eficientes en cuanto a función, forma de acción y costo (Avilés Chaves y Piedra Naranjo 2017).

2.12.4. La aporca

La aporca consiste en arrimar suelo desde la entre hilera hasta la base de la planta formando un camellón de 30 a 40 cm de alto a lo largo de la hilera. Esta labor tiene como objetivo principal impedir que los estolones salgan a la superficie formando nuevos tallos en lugar de nuevos tubérculos, reduciendo así el número de tubérculos producidos por unidad de superficie y, en consecuencia, el rendimiento del cultivo (Sandaña 2015).

Otras ventajas de la aporca son:

1. A través del movimiento de suelo permite eliminar las malezas que han conseguido desarrollarse alrededor de la planta de papa y en la entre hilera.
2. Mantiene la humedad del suelo en la zona alrededor de las raíces.
3. Evita que la luz llegue a los tubérculos y que éstos se verdeen.
4. Protege los tubérculos del daño producido por enfermedades y plagas (Sandaña 2015).

Básicamente la aporca puede realizarse en dos momentos: a la siembra o después de la emergencia del cultivo. La aporca a la plantación es una labor definitiva ya que se realiza junto con la siembra del tubérculo y por lo mismo requiere de maquinaria más especializada. En este tipo de aporca es de esperar que la emergencia del cultivo sea un poco más tardía ya que los tubérculos al estar a una mayor profundidad están expuestos a temperaturas más bajas y los tallos tienen que recorrer una mayor distancia para alcanzar la superficie. Sin embargo, al realizar la aporca a la plantación se reduce el número de labores de suelo, se evita el daño mecánico (de raíces y tallos) y se obtiene un camellón de buena calidad para la tuberización del cultivo (Sandaña 2015).

2.13. Investigaciones del cultivo de papa en El Salvador

- **Introducción y selección de material genético de papa por su tolerancia a tizón tardío**

Con la introducción y selección de material genético de papa, se pretende obtener materiales tolerantes a la enfermedad y altos rendimientos y adaptabilidad de los mismos a las condiciones climáticas de la zona y la rentabilidad para la producción de tubérculo.

El ensayo se llevó a cabo en Las Pilas, Chalatenango, en los meses de julio a diciembre del 2010, utilizando para los tratamientos los materiales Granola como testigo, Ona-INIA, Karu-INIA, R89054-34, Pehuenche-INIA, Puren-INIA, Pucara-INIA y Soloma como testigo local. Las variables evaluadas fueron altura de planta, color de la flor, incidencia de planta con punta morada e incidencia de tizón tardío a los 35, 50 y 60 días.

El material que presentó menos incidencia a la enfermedad con un promedio de 93% plantas sobrevivientes y una emergencia del 100% fue el OnaINIA. (CENTA, 2011).

- **Ensayo de investigación y adaptación de la papa holandesa**

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA) a través del programa de Hortalizas y de la agencia de extensión en Sonsonate, realizó una gira de campo, a la que asistieron cerca de 30 familias productoras para conocer el establecimiento y producción de papa, una hortaliza que por primera vez se siembra en la zona. La estrategia consiste en establecer los ensayos de investigación en campos de productores para que ellos (productor colaborador y visitantes) observen la propuesta tecnológica que año con año se les están llevando para buscar alternativas de solución a sus problemas.

La papa holandesa, fue sembrada en el mes de septiembre, 60 días después ya estaba lista para cosechar. En total fueron seis materiales los establecidos en la zona, entre ellos: Barcelona, Montecarlo, Montreal, Salvador, Siena y Toronto, de los cuales solo cuatro fueron los que mejor respondieron a un suelo franco-arenoso, a una altitud de 365 metros sobre el nivel del mar y a las condiciones climáticas de la zona. Estos cuatro son: Salvador, que produjo en promedio 311 gramos por planta; Montreal (papa redonda), 211 gramos por planta; Siena (papa baby) 200 gramos por planta; y Barcelona (papa alargada) 178 gramos por planta.

Es un buen rendimiento para la zona, considerando la altura de la zona (365 msnm) las condiciones climáticas que predominan y que los materiales fueron afectados por el tizón tardío, alternarias, gallina ciega, rhizoctonia; pero con el buen manejo dado por el productor lograron controlarse y obtener la cosecha.

Para la investigación son promedios satisfactorios, comparados con el promedio en rendimiento nacional de papa en la zona de Las Pilas, Chalatenango (a 1800-1900 msnm), que ronda los 450 gramos; concluyendo que estos materiales sí se pueden cultivar en otras zonas, siempre y cuando se les dé el manejo agronómico adecuado.

- **Desarrollo de las capacidades para la producción de semilla de papa libre de virus (*Solanum tuberosum*) técnicas de producción de semillas y mejora del sistema de extensión para los agricultores en El Salvador.**

Este proyecto fue elaborado por la KNU / IIRD como un plan de avance del proyecto de "Desarrollo de las capacidades de técnicas de producción de semillas de papa (*Solanum tuberosum*) libres de virus y mejora del sistema de extensión para los agricultores de El Salvador" a través de la alianza con ambas UES y CENTA.

Se plantearon las siguientes metas:

1. Contribuir al alivio de la pobreza y mejorar la nutrición. Condición de los salvadoreños mediante el establecimiento de la papa sistema de producción y formación de la organización de productores.
2. Transferir las técnicas avanzadas de producción de semilla de papa.
3. Establecer "Redes de tecnología agrícola entre la República de Corea y República de El Salvador.
4. Se adquirieron técnicas de cultivo de tejidos y otras técnicas relacionadas.

Corea donó una infraestructura al CENTA para invernaderos donde se cultiva, especialmente la semilla de papa; estos se encuentran en el valle de San Andrés, donde en la madrugada la temperatura ronda los 23 °C y en el día se llega a 36 °C, lo que permite que se produzca sin ningún problema.

En la Universidad de El Salvador (UES) sus laboratorios fueron equipados con tecnología por parte del Gobierno de Corea para desarrollar ahí la semilla de papa. El proyecto, fue ejecutado por expertos coreanos del Instituto Internacional de Desarrollo Rural de la

Universidad Nacional de Kangwon (IIRD/KNU, siglas en inglés) para mejorar las condiciones de vida de los agricultores y la seguridad alimentaria y nutricional de El Salvador.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en dos lugares, una de ellas en el cantón El Centro, Caserío los Alvarado, municipio de San Ignacio, departamento de Chalatenango donde inicialmente se establecieron las tres variedades; debido a condiciones climáticas muy bajas en temperatura (6°C) el cultivo se vio afectado dañándose en su totalidad debido a este problema y del área donde se estableció el cultivo, no se pudo concluir en este lugar dicha investigación.

Se realizó una segunda fase en el Vivero de la Facultad de Ciencias Agronómicas en la sede central de la Universidad de El Salvador, ya con el cultivo establecido se presentó la situación del covid-19, la cual conllevó al cierre total de las actividades de movilidad y libre circulación, lo cual impidió que se llegara hasta el finalizar el ciclo del cultivo.

3.1. Descripción del lugar de estudio

3.1.1. Las pilas, Chalatenango

La investigación se desarrolló en el cantón Las Pilas del municipio de San Ignacio, departamento de Chalatenango, a una altura de 1800-1900 msnm (metros sobre el nivel del mar) con una temperatura promedio de 12°C; con coordenadas geográficas latitud: 14°23'33.5"N, longitud: 89°05'51.0"W; (Figura A-13) la cual se realizó en cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) con las variedades Soloma, Icta-Frit y Tollocan, que son cultivadas en la zona alta del departamento de Chalatenango, El Salvador (Figura A-2). La investigación es de tipo descriptiva para ver la interrelación entre caracteres morfológicos.

3.1.1.1. Materiales y equipos

Para realizar esta investigación se utilizaron materiales y equipos necesarios en el campo que permitieron alcanzar los objetivos propuestos en dicha investigación. Para medir las variables se utilizaron los descriptores de Tibian Leica, 2012.

3.1.1.2. Semilla.

La semilla fue proporcionada por la Facultad de Ciencias Agronómicas, de las cuales se habían obtenido por investigaciones anteriores (Figura A-3).

3.1.1.3. Metodología de campo

El estudio se realizó con cuatro variedades de papa (Soloma, Tollocan e Icta-frit), cada variedad equivalió a un tratamiento, La investigación se realizó bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar. Se establecieron 3 bloques de 12 metros de largo con 2 surcos por bloque, cada tratamiento a 3 metros de longitud, los surcos a una separación de 0.9 metro y 0.3 metros de separación entre plantas (Figura 18).

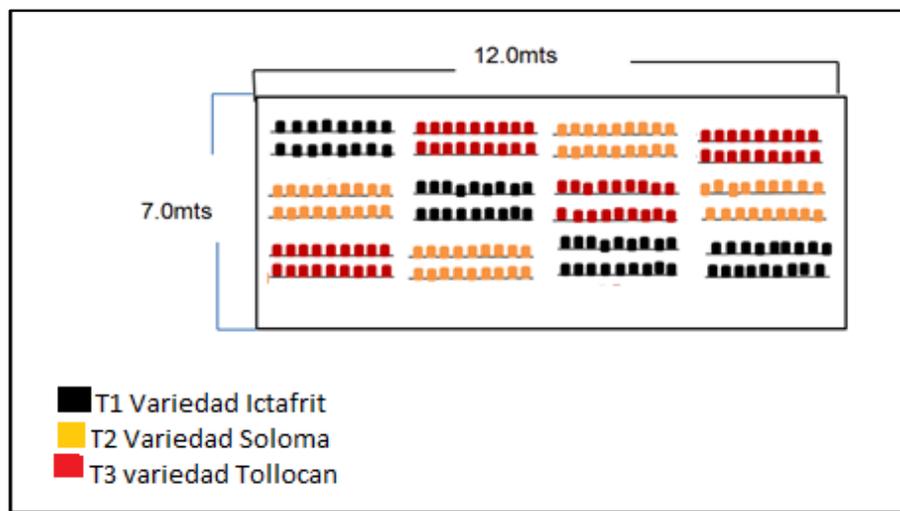


Figura 18. Diseño de campo de la investigación

3.1.1.4. Preparación del suelo.

Con azadón se preparó el suelo del área a utilizar y después se hicieron surcos, los cuales serían para la siembra del cultivo. Esto se hizo en terrenos de un productor local y con su ayuda se logró establecer la investigación (Figura A-4).

3.1.1.5. Fertilización

Se realizaron dos aplicaciones de fórmula 18-46-0. La primera a los 15 días después de la siembra con una dosis de 227 kilogramos por manzana (318 Kg/ha), la segunda dosis se hubiese realizado 40 días después de la primera con una dosis de 70 quintales por manzana (4.54Ton/Ha).

3.1.1.6. Riego.

Se realizó por aspersión, en el cual se utilizaron aspersores comerciales y artesanales; estos últimos tienen el inconveniente que las descargas (caudal) y la presión de operación varían en la línea de riego.

3.1.1.7. Problemas que afectaron en la investigación.

Ya que la investigación se realizó en la zona alta de Chalatenango y en la época más fría, el cultivo sufrió una helada de 6°C, que está por debajo de la temperatura óptima del cultivo (10°C), la cual llegó a los 40 días después de la emergencia de la planta, y esta es la etapa más vulnerable y sensible del cultivo, El follaje de las plantas llegó a estado crítico por quemadura, lo cual también impidió la obtención de parámetros; en algunas plantas si se llegó a la tuberización sin embargo todavía no habían alcanzado el ciclo completo. (Figura A-5).

3.1.2. Universidad de El Salvador

La segunda fase de siembra del cultivo de papa se estableció en la Universidad de El Salvador (UES), Facultad de Ciencias Agronómicas (CC.AA.), en las instalaciones del vivero, el cual se encuentra en el municipio de San Salvador, departamento de San Salvador, a una elevación 750 msnm, con coordenadas geográficas latitud 13°43'10.4"N, longitud 89°12'00.5"W; (Figura A-14) y una presión atmosférica de 700.1 mm Hg, con una temperatura promedio de 24.2 °C, humedad relativa del aire del 82%, y una precipitación anual de 1,695 mm, promedios anuales.

3.1.2.1. Preparación del terreno.

Para la preparación del suelo se realizó de forma manual, con cuneta y azadón, se hizo la limpieza del área a utilizar, después se humedeció para trabajar de manera más fácil, con azadón se laboreó el terreno para que el suelo que estaba compactado fuera más manejable al momento de la siembra, y se realizaron surcos para la siembra del cultivo (Figura A-6).

3.1.2.2. Fertilización

Al momento de preparar el suelo se aplicó bokashi para que sea más fértil (Figura A-7). Después se realizaron dos aplicaciones de fórmula 15-15-15. La primera a los 15 días después de la siembra con una dosis de 35 quintales por manzana (2.27Ton/Ha), la segunda 40 días después de la primera con una dosis de 70 quintales por manzana (4.54Ton/ha).

3.1.2.3. Riego.

En la Universidad el riego se hizo mediante una manguera y se aplicaba el agua en forma de riego por gravedad, ya que en entre cada surco se dejó un canal para la aplicación del riego (Figura A-8)

3.1.2.4. Metodología de campo.

El estudio se realizó en tres variedades de papa (Soloma, Tollocan e Icta-frit), cada variedad equivale a un tratamiento. La investigación se estableció bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar y cada uno tuvo una siembra escalonada, se realizó la siembra con una semana de diferencia entre variedad para tener una variante de bloqueo, el tamaño de los surcos fue de 3 metro por 3 metros y teniendo un total de 4 surcos por bloque, los surcos tenían una separación de 0.9 metro y 0.3 metros de separación entre plantas (Figura A-9).

En la primera semana se sembró la variedad soloma, una semana después se sembró la variedad Icta-Frit y por último se sembró la variedad tollocan.

3.1.2.5. Problemas en la investigación.

Para febrero de 2020 se retomó nuevamente la investigación en la facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, Se llevaba con normalidad dos variedades sembradas, las cuales eran Soloma e Icta-Frit se estaban obteniendo datos (Figura A-10), pero para inicio de mes de marzo 2020 a nivel mundial surgió una epidemia causada por el virus SarCov 2 (covid19), debido a que el flujo de contagio es el humano, se paralizaron las actividades con una cuarentena domiciliar. En ese punto la investigación de evaluación en estudio se paralizó debido a que no se podía circular a ningún lugar y nuevamente no pudieron observar las expresiones de cada variedad a campo abierto.

3.2. Variables a evaluar en la investigación.

Hábito de crecimiento: Se determino por observación el hábito de crecimiento cuando inicie la formación de botones florales y se definirá con base a las siguientes características:

Altura de planta a la floración (cm): Se registrará la altura de las plantas cuando un 75% de estas estén en floración. Se medirá con cinta métrica, la longitud desde la base de los tallos hasta el brote apical más alto.

Grado de floración: Se determinará observando cuando el 50% de las plantas de la parcela estén en floración.

3.2.1. Características del tallo

Color del tallo: Se describe la distribución de pigmentos antocianicos (rojo o morado) en los tallos. Se evaluará el color predominante de los tallos considerando todo el tallo desde la base hasta el ápice. Esto se realiza observando y comparando con el descriptor.

Formas de las alas del tallo: Se registra por medio de observación y comparación con el descriptor la protuberancia en los ángulos de los entrenudos de los tallos desde la base hasta el ápice. Hay cultivares que tienen alas ligeramente onduladas en la base del tallo, pero el resto es erecto. En estos casos se registran la expresión más predominante a lo largo del tallo.

3.2.2. Características de las hojas.

Se registran los valores promedio observados en por lo menos dos hojas maduras ubicadas en la parte central de la planta. Esto se determinará por medio de observación y con el descriptor.

Número de pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal

Numero promedio de pares de inter-hojuelas localizados en el raquis principal entre los foliolos laterales primarios. Se registran 1 = 1 par hasta 9 = 9 pares. 10 = 10 pares. (Figura A-11)

Número de pares de foliolos laterales secundarios sobre los peciolo

Número promedio de pares de foliolos laterales secundarios ubicados sobre peciolo, incluyendo los foliolos localizados en la inserción del peciolo sobre el raquis principal se registran 1 = 1 par hasta 9 = 9 pares, 10 = 10 pares etc. (Figura A-12)

Sobre posición de los foliolos laterales primarios

Descripción del grado de sobre posición entre los foliolos laterales primarios. Utilizando regla y colocando las hojas en posición de plan se determinará a que categoría pertenece.

Forma del foliolo terminal

Está determinado por la proporción entre su largo y su ancho (TLL; TW) y la proporción entre la longitud de la parte más ancha hasta el ápice del foliolo y el largo del foliolo terminal (TLA;TLL). Se determinará utilizando regla y cinta métrica.

Forma de la base del foliolo terminal

Se pueden usar valores intermedios si se observan formas intermedias de la base. Se realizará por observación.

3.2.3. Características de las flores

Longitud del pedúnculo: longitud promedio del pedúnculo en centímetros desde la base a la primera bifurcación medido en por lo menos tres inflorescencias.

Ramificación de la inflorescencia

Número promedio de bifurcaciones del pedúnculo por inflorescencia

Ubicación de la articulación del pedicelo

Está determinado por la proporción entre la longitud del pedicelo desde la base hasta la articulación y la longitud del pedicelo.

Color de pedicelo

Distribución de la pigmentación antocianinica (rojo o morado) en el pedicelo.

Color del cáliz

Por observación comparación con el descriptor se determina la distribución de la pigmentación antocianinica (rojo o morado) sobre el cáliz.

Color de la flor

Se determina por medio de observación las diferentes características que presente la flor, con el fin de identificar las diferencias en cada variedad.

Tamaño de la flor

Se determina por el diámetro en mm de flores recientemente abiertas.

Pigmentación del pistilo

Observando se determina la distribución de pigmentación antocianinica (rojo o morado) en el pistilo

3.2.4. Características de tubérculos

Color predominante de la piel del tubérculo

Se determina por comparación con una tabla de colores. El color predominante cubre la mayor parte del tubérculo.

Color predominante de la pulpa del tubérculo.

Se determina mejor por comparación con la tabla de colores de la piel del tubérculo. El color predominante cubre la mayor parte de la pulpa del tubérculo.

Profundidad de los ojos de los tubérculos

Se determina midiendo con cinta métrica la longitud en mm de la cavidad donde se ubican las yemas de los tubérculos en un corte longitudinal del tubérculo.

Número de ojos de los tubérculos

Número promedio de ojos registrados en por lo menos tres tubérculos maduros y de un tamaño mediano.

Características de los brotes del tubérculo

Distribución de la pigmentación antocianínica (rojo o morado) en los brotes de cerca de 1cm de largo registrado en tubérculos almacenados en la oscuridad. Si los colores predominante

y secundario son aproximadamente iguales, se considera como predominante el que esta en la base de los brotes.

Dormancia de los tubérculos

Determinado por el número de días desde la cosecha de los tubérculos hasta que tengan brotes de 3-4 mm de largo. En tubérculos almacenados a temperatura ambiente.

Tamaño de tubérculos

Con pie de rey se miden los tubérculos producidos por cada especie luego se comparará con el descriptor.

Número de tubérculos

Se contabiliza la cantidad producida por cada; luego se comparará por variedad, identificando las diferencias por variedades.

Peso de tubérculos

Se toma una muestra significativa para determinar la producción de tubérculos por cada especie.

3.3. Metodología estadística.

El estudio se iba a llevar a cabo bajo un Diseño de Bloques completos al Azar, para el análisis de los datos se utilizaría el método multivariado. Los datos se procesarían con el programa InfoStat®. Cada tratamiento contaría con tres bloques. Tomando en cuenta que el factor que se pretende bloquear es la pendiente del terreno. El número de unidades experimentales por tratamiento será de 18 plantas, teniendo un total de 72 plantas por bloque y 216 plantas por el total de todo el ensayo.

Para el segundo ensayo se tomó el factor tiempo como forma de bloqueo, ya que cada variedad fue sembrada cada 8 días a la misma hora para que no hubiera ningún efecto de varianza

Modelo estadístico: $y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$ en donde:

Y_{ij} = Resultado de los tratamientos i-ésima, el de los bloques j-ésima

μ = media de toda la población

T_i = efecto del tratamiento i-esimo.

B_j = efecto de bloques.

E_{ij} = error experimental o ambiental.

3.4. Metodología Económica

Para el análisis económico se realizó un presupuesto de costos beneficios, donde se tomaron en cuenta los costos del manejo del cultivo en campo tomados de los anuarios estadísticos agropecuarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación tuvo como objetivo caracterizar morfoagronómicamente cuatro variedades de papa de las cuales solamente se establecieron tres. Las variables se tomaron por medio de un descriptor de la planta de papa (*Solanum tuberosum*), elaborado por el CIP (Centro Internacional de la Papa). En el cuadro 27 se presentan los datos obtenidos en el ensayo montado en el Cantón Las Pilas. Chalatenango.

Cuadro 27. Datos de caracterización de tres variedades de papa obtenidos en Las Pilas Chalatenango.

Variedad Soloma	
Características de la planta	
Habito de crecimiento	Semi-erecto
Características del tallo	
Color del tallo	Morado
Forma de las alas del tallo	Recto y ancho
Numero de pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal	4 pares
Numero de pares de foliolos laterales secundarios sobre los peciolos	2 pares
Sobre posición de los foliolos laterales primarios	Separados
Forma del foliolo terminal	Anchamente elíptica
Forma del ápice del foliolo terminal	Acumen largo
Forma de la base del foliolo terminal	Cuneado
Variedad Tollocan	
Características de la planta	
Habito de crecimiento	Decumbente
Características del tallo	
Color del tallo	Verde

Forma de las alas del tallo	Dentada
Número de pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal	2 pares
Número de pares de folíolos laterales secundarios sobre los pecíolos	Ningún par
Sobre posición de los folíolos laterales primarios	Separados
Forma del folíolo terminal	Anchamente elíptica
Forma del ápice del folíolo terminal	Obtuso
Forma de la base del folíolo terminal	Asimétrico
Variedad Icta-Frit	
Características de la planta	
Habito de crecimiento	Semi-erecto
Características del tallo	
Color del tallo	Verde
Forma de las alas del tallo	Ondulado-angosto
Número de pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal	4 pares
Número de pares de folíolos laterales secundarios sobre los pecíolos	1 par
Sobre posición de los folíolos laterales primarios	Separados
Forma del folíolo terminal	Lanceolada
Forma del ápice del folíolo terminal	Acumen corto
Forma de la base del folíolo terminal	Redondeado

Cuadro 28. Datos de caracterización de dos variedades de papa en el ensayo instalado en la Facultad de Ciencias Agronómicas. UES.

Variedad: Soloma	
Color del tallo	Morado
Forma de las alas del tallo	Ondulado y Angosto
Sobre posición de los folíolos laterales primarios	Muy separados
Forma del folíolo terminal	Ovada
Forma del ápice del folíolo terminal	Acumen largo
Forma de la base del folíolo terminal	Cordada
Variedad icta-frit	
Color del tallo	Verde
Forma de las alas del tallo	Recto
Sobre posición de los folíolos laterales primarios	Separados
Forma del folíolo terminal	Anchamente elíptica
Forma del ápice del folíolo terminal	Acumen largo
Forma de la base del folíolo terminal	Asimétrica

4.1. Variedad Soloma

4.1.1. Habito de crecimiento

El hábito de crecimiento de la variedad Soloma tomada en Las Pilas se determinó como semi-erecto, pero la información se tomó los primeros 45 días de vida de la planta, por lo cual no se pudo realizar una toma más exacta a una edad más avanzada.

En el caso de la Universidad, no se llegó a tomar esa información. Debido a las restricciones de ingreso a la universidad por la cuarentena impuesta.

Según López Monzón et al (2011), demostraron en su investigación el hábito de crecimiento de la variedad Soloma es decumbente, lo cual no coincide con el resultado de esta investigación, posiblemente debido a que las condiciones climáticas donde se realizó el ensayo son diferentes; en este caso fueron a 3493 msnm; y en esta investigación fueron a 1800- 1900 msnm; también la edad en la que se tomó el dato es diferente.

4.1.2. Características del tallo

4.1.2.1. Color del tallo

En Las Pilas el color del tallo para la variedad Soloma se observó color morado. Y para los datos de la Universidad igualmente se observó un color morado en las plantas.

Para la investigación hecha por López Monzón et al (2011), variedad Soloma, el color del tallo fue verde, no coincidiendo con los dos resultados que se obtuvieron en la investigación. Lo cual puede estar dado por las condiciones en las que se realizó ésta (3493 msnm).

Según Tapia Vásquez (2017) variedad soloma, el color del tallo fue muy variable: verde, verde con pocas manchas, verde con muchas manchas (dominancia del verde), pigmentado con abundante verde, pigmentado con poco verde, se evaluó observando únicamente toda la longitud del tallo principal, determinando la predominancia (más del 50% de la superficie expuesta por el tallo), si el valor es verde o pigmentado. Sin embargo, en esta investigación no se obtuvo color verde como pigmentación principal del tallo.

4.1.2.2. Forma de las alas del tallo.

La información recolectada en Las pilas sobre las formas de las alas del tallo para la variedad Soloma fue recto y ancho a 1800-1900 msnm. En la Universidad se determinaron las formas de las alas del tallo onduladas y angostas obtenidos a 750 msnm.

En la investigación realizada por López Monzón et al (2011) fue recta y angosta obtenidos a 3493 msnm. Coincidiendo con el dato de Las pilas en la parte de que son rectas y con los datos de la Universidad en la parte que son angostas. Coincidiendo aun cuando los msnm son diferentes en cada investigación.

4.1.2.3. Número de pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal

En las pilas la variedad Soloma mostró 4 pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal. En el caso de la Universidad no se pudo obtener ese dato debido, a la cuarentena impuesta a nivel nacional.

López Monzón et al (2011) en sus resultados tuvieron 2 pares inter-hojuelas sobre el raquis principal. La investigación se realizó a 3493 msnm.

4.1.2.4. Número de pares de folíolos laterales secundarios sobre los peciolos

En las pilas la variedad Soloma produjo 2 pares de folíolos laterales secundarios sobre los peciolos. En el caso de la Universidad no se pudo obtener ese dato debido a la cuarentena impuesta a nivel nacional.

López Monzón et al (2011) en sus resultados no obtuvieron ningún par de folíolos laterales secundarios sobre los peciolos. La investigación se realizó a 3493 msnm.

Según Tapia Vásquez (2017) el número de interhojuelas entre folíolos laterales fue muy variable presentando de 2 a 8 pares, con excepción de la entrada Guayaquil 1 que no presentó interhojuelas. En el caso de la investigación no se obtuvo ningún par.

4.1.2.5. Sobre posición de los folíolos laterales primarios

La sobre posición de los folíolos laterales en Las Pilas para la variedad Soloma se determinó que estaban separadas. En la universidad la sobre posición de los folíolos laterales para la variedad Soloma estaban muy separados.

En la investigación de López Monzón et al (2011) la sobre posición de los foliolos laterales los encontraron muy separados (La investigación se realizó a 3493 msnm). Esto coincide con los datos obtenidos en la Universidad.

4.1.2.6. Forma del foliolo terminal

La forma de foliolo terminal para la variedad Soloma en las Pilas, se determinó como anchamente elíptica. En la Universidad la forma del foliolo terminal para la variedad Soloma fue Ovada.

López Monzón et al (2011) realizó una investigación que tuvo como resultados en la forma del foliolo terminal para la variedad Soloma como anchamente elíptico (La investigación se realizó a 3493 msnm.). Coincidiendo con los datos tomados en Las Pilas.

4.1.2.7. Forma del ápice del foliolo terminal

La forma del ápice del foliolo terminal para la variedad Soloma en las Pilas, se determinó como acumen largo. En la Universidad La forma del ápice del foliolo terminal para la variedad Soloma fue acumen largo también.

López Monzón et al (2011) obtuvieron como resultados en forma del ápice del foliolo terminal para la variedad Soloma como acumen corto (La investigación se realizó a 3493 msnm.). Lo cual no coinciden con los datos de esta investigación.

4.1.2.8. Forma de la base del foliolo terminal

La forma de la base del foliolo terminal para la variedad Soloma en las Pilas, se determinó como cuneado. En la Universidad la forma de la base del foliolo terminal para la variedad Soloma fue cordado.

En una investigación hecha por López Monzón et al (2011) tuvo como resultados en la forma de la base del foliolo terminal para la variedad Soloma como redondeada (La investigación se realizó a 3493 msnm). Por lo tanto, no coincide con los datos de la investigación.

4.2. Variedad Tollocan

4.2.1. Habito de crecimiento

El hábito de crecimiento de la variedad Tollocan tomada en Las Pilas se determinó como Decumbente. En el caso de la Universidad, no se llegó a tomar esta información debido a la cuarentena impuesta a nivel nacional.

Según López Monzón et al (2011) demostraron en su investigación que el hábito de crecimiento de la variedad Tollocan es decumbente (La investigación se realizó a 3493 msnm.), lo cual coincide con el resultado de esta investigación.

En investigación realizada por Tibán Leica (2012) se determinó el hábito de crecimiento de los 10 cultivares de papa nativas, en donde se detectó que todos los cultivares presentaron el hábito de crecimiento decumbente, sin existir cultivares con otros hábitos de crecimiento. Lo cual coincide con el dato obtenido en esta investigación.

4.2.2. Características del tallo

4.2.2.1. Color del tallo

En Las Pilas el color del tallo para la variedad Tollocan se observó que era color verde. En el caso de la Universidad, no se llegó a tomar esta información.

Para la investigación hecha por López Monzón et al (2011), el color del tallo fue mayormente verde (La investigación se realizó a 3493 msnm), coincidiendo con los resultados que se obtuvieron en Las Pilas.

4.2.2.2. Forma de las alas del tallo.

La información colectada en Las pilas sobre las formas de las alas del tallo para la variedad Tollocan, fueron dentadas y angostas. En el caso de la Universidad, no se llegó a tomar esta información.

En la investigación realizada por López Monzón et al (2011) fueron dentadas y anchas (La investigación se realizó a 3493 msnm). Coincidiendo con el dato de Las pilas en la parte de que son dentadas.

4.2.2.3. Número de pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal

En las pilas la variedad Tollocan tiene 2 pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal. Para la Universidad no se pudo obtener ese dato.

López Monzón et al (2011) en sus resultados tuvieron 3 pares inter-hojuelas sobre el raquis principal (La investigación se realizó a 3493 msnm), por lo tanto, no coincide con el dato obtenido en la investigación.

4.2.2.4. Número de pares de foliolos laterales secundarios sobre los peciolos

En las pilas la variedad Tollocan no tiene ningún par de foliolos laterales secundarios sobre los peciolos. Para el caso de la Universidad no se pudo obtener esos datos.

López Monzón et al (2011) en sus resultados no obtuvieron ningún par de foliolos laterales secundarios sobre los peciolos (La investigación se realizó a 3493 msnm). Esto coincide con lo encontrado en la investigación.

4.2.2.5. Sobre posición de los foliolos laterales primarios

La sobre posición de los foliolos laterales en Las Pilas para la variedad Tollocan se determinó que estaban separadas. En el caso de la Universidad, no se llegó a tomar esta información.

En la investigación de López Monzón et al (2011) la sobre posición de los foliolos laterales los encontraron muy separados (La investigación se realizó a 3493 msnm). Esto no coincide con los datos de la investigación.

4.2.2.6. Forma del foliolo terminal

La forma de foliolo terminal para la variedad Tollocan en las Pilas, se determinó como anchamente elíptica. En el caso de la Universidad, no se llegó a tomar esta información.

4.2.2.7. Forma del ápice del foliolo terminal

La forma del ápice del foliolo terminal para la variedad Tollocan en las Pilas, se determinó como obtuso. En el caso de la Universidad, no se llegó a tomar esta información.

López Monzón et al (2011) tuvo como resultados en forma del ápice del foliolo terminal para la variedad Tollocan como acumen corto (la investigación se realizó a 3493 msnm). Lo cual no coinciden con los de esta investigación.

4.2.2.8. Forma de la base del foliolo terminal

La forma de la base del foliolo terminal para la variedad Tollocan en las Pilas, se determinó como asimétrico. En el caso de la Universidad, no se llegó a tomar esta información.

López Monzón et al (2011) tuvieron como resultado en la forma de la base del foliolo terminal para la variedad Tollocan como cordado (la investigación se realizó a 3493 msnm). Por lo tanto, no coincide con los datos de la investigación.

4.3. Variedad Icta-Frit

4.3.1. Habito de crecimiento

El hábito de crecimiento de la variedad Icta-Frit tomada en Las Pilas se determinó como semi-erecto. En el caso de la Universidad, no se llegó a tomar esta información debido a la cuarentena impuesta a nivel nacional.

Según López Monzón et al (2011) demostraron en su investigación que el hábito de crecimiento de la variedad Icta-Frit es erecto (la investigación se realizó a 3493 msnm), lo cual no coincide con el resultado de esta investigación.

En investigación realizada por Gonzales Pérez et al (2014) El hábito de crecimiento fue mayormente erecto en 76,47% de las variedades evaluadas entre ellas la variedad icta-frit. Lo cual no coincide con esta investigación.

4.3.2. Características del tallo

4.3.2.1. Color del tallo

En Las Pilas el color del tallo para la variedad Icta-Frit se observó que era color verde. Para la Universidad igualmente se observó un color verde en las plantas.

Para la investigación hecha por López Monzón et al (2011), el color del tallo fue verde con manchas pigmentadas (la investigación se realizó a 3493 msnm), no coincidiendo con los dos resultados que se obtuvieron en nuestra investigación en lo que concierne a las manchas.

Según Gonzales Pérez et al (2014) El color del tallo mostró siete colores diferentes, predominando el verde con pocas manchas (38,23%), seguido del verde con muchas manchas con un 26,47% en este grupo se encuentra la variedad icta.frit.

4.3.2.2. Forma de las alas del tallo.

La información colectada en Las pilas sobre las formas de las alas del tallo para la variedad Icta-Frit, fueron ondulado y angosto. En la Universidad se determinaron que para la variedad Icta-Frit, las formas de las alas del tallo eran recto y angosto.

En la investigación realizada por López Monzón et al (2011) fueron onduladas y anchas (la investigación se realizó a 3493 msnm). Coincidiendo con el dato de la investigación e la parte de que son onduladas.

4.3.2.3. Número de pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal

En las pilas la variedad Icta-Frit presentó 6 pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal. Para la Universidad no se pudo tomar esa variable debido a las normas de cuarentena impuestas en el país.

López Monzón et al (2011) en sus resultados tuvieron 3 pares inter-hojuelas sobre el raquis principal (la investigación se realizó a 3493 msnm). Esto no coincide con lo encontrado en la investigación.

4.3.2.4. Número de pares de folíolos laterales secundarios sobre los peciolos

En las pilas la variedad Icta-Frit presentó un par de folíolos laterales secundarios sobre los peciolos. Para la Universidad no se pudo obtener ese dato debido a la cuarentena impuesta en el país.

López Monzón et al (2011) en sus resultados obtuvieron un par de folíolos laterales secundarios sobre los peciolos (la investigación se realizó a 3493 msnm), coincidiendo con los resultados de la investigación.

4.3.2.5. Sobre posición de los folíolos laterales primarios

La sobre posición de los folíolos laterales en Las Pilas para la variedad Icta-Frit se determinó que estaban separadas. En la universidad la sobre posición de los folíolos laterales para la variedad Icta-Frit estaban separados.

En la investigación de López Monzón et al (2011) la sobre posición de los folíolos laterales los encontraron separados (la investigación se realizó a 3493 msnm). Esto coincide con los datos de la investigación.

4.3.2.6. Forma del foliolo terminal

La forma de foliolo terminal para la variedad Icta-Frit en las Pilas, se determinó como anchamente lanceolada. En la Universidad la forma del foliolo terminal para la variedad Icta-Frit fue anchamente elíptica.

López Monzón et al (2011) tuvo como resultado en la forma del foliolo terminal para la variedad Icta-Frit como elíptico, la investigación se realizó a 3493 msnm.

4.3.2.7. Forma del ápice del foliolo terminal

La forma del ápice del foliolo terminal para la variedad Icta-Frit en las Pilas, se determinó como acumen corto. En la Universidad La forma del ápice del foliolo terminal para la variedad Icta-Frit fue acumen largo.

López Monzón et al (2011) tuvo como resultados en forma del ápice del foliolo terminal para la variedad Icta-Frit como acumen largo (la investigación se realizó a 3493 msnm). Lo cual coincide con los datos tomados en Las Pilas pero no coinciden con los tomados en la Universidad.

4.3.2.8. Forma de la base del foliolo terminal

La forma de la base del foliolo terminal para la variedad Icta-Frit en las Pilas, se determinó como redondeado. En la Universidad la forma de la base del foliolo terminal para la variedad Icta-Frit fue asimétrico.

López Monzón et al (2011) tuvo como resultados en la forma de la base del foliolo terminal para la variedad Icta-Frit como redondeada (la investigación se realizó a 3493 msnm). Por lo tanto, coincide con los datos de la investigación realizada en las pilas, no así con los tomados en la Universidad.

5. CONCLUSIONES

En las variedades en estudio la fase reproductiva no se completó llegando únicamente a los 55 días de establecido el cultivo.

Con base a la información obtenida por parte de los productores de la zona y la literatura, el ciclo de cosecha de las variedades Soloma y Tollocan oscila de 110-120 días y la variedad icta frit de 140-150 días.

La variabilidad en los resultados obtenidos en el estudio pudo deberse a las problemáticas presentadas en ambos sitios y la falta de cumplimiento en el ciclo del cultivo

6. RECOMENDACIONES

Es importante el uso de los descriptores, porque mediante estos se pueden identificar las características de cada variedad.

Para evaluar este tipo de investigación se deben utilizar materiales genéticos de semilla de buena calidad.

El tamaño de la semilla tubérculo debe ser uniforme con un peso promedio de 50-60 gramos.

Debido a las problemáticas presentadas durante la investigación no se completó la caracterización por lo que se recomienda continuar con este tipo de investigaciones de características morfológicas, agronómicas y comerciales.

7. BIBLIOGRAFÍA

Avilés Chaves, J y Piedra Naranjo, R. 2017. MANUAL DEL CULTIVO DE PAPA EN COSTA RICA (*Solanum tuberosum* L.) (en línea). Costa Rica. Consultado 30 de ago. 2020. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10931.pdf>.

Centro de investigación científica de la Universidad de El Salvador (CIC-UES). 2016. Caracterización morfoagronómica y molecular de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L) cultivadas en el Departamento de Chalatenango para la producción de semilla certificada. San Salvador, El Salvador. 4 p. proyecto de investigación: no. 15.32.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2002. Guía técnica del cultivo de papa (en línea). Consultado 10 de jul. 2020. Disponible en <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2011. Memoria de labores. El Salvador. 14p.

CENTA (Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2002. Cultivo de la Papa, preparación de suelo y siembra. 15p

CENTA (Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2021. Familias productoras observan que sí se puede producir papa en Sonzacate, (en línea). Consultado 24 feb. 2022. Disponible en <https://www.centa.gob.sv/2021/familias-productoras-observan-que-si-se-puede-producir-papa-en-sonzacate/>

Franco Rivera, JA. 2002. El cultivo de la papa en Guatemala *Solanum tuberosum* L. (en línea). Guatemala. 1 ed. Consultado 15 de jul. 2020. Disponible en <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Papa/El%20cultivo%20de%20la%20papa%20en%20Guatemala,%202002.pdf>.

González Pérez L; Osorio Delgado M; Suarez F. 2014. Caracterización morfoagronómicas de variedades de papas nativas y de uso local colectadas en el estado Mérida,

Venezuela. *Agronomía tropical*. Vol. 64. (en línea). Mérida, Venezuela 239 p. Consultado 08 feb. 2022. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002192X2014000200010#:~:text=La%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20las%20papas,et%20al.%2C%202010).

Gutiérrez, RC. 2016. Caracterización morfológica y biometría de hojas y flores de papas nativas (*Solanum* sp.) cultivadas en la región Pasco. Tesis Ing. Agrónomo. Lima, Perú. 11p.

Gudiel, VM. s.f. *Manual Agrícola Superb*. VI edición. Guatemala, Productos superb. 266 p.

Grepe, N. 2001. *Cultivo de la Papa*. Centro de Estudios Agropecuarios. MX. 81 p.

ICTA (Instituto de Ciencias Tecnológicas Agrícolas). 2002. Catálogo de variedades de papa (en línea). Consultado 19 jul. 2019. Disponible en <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Papa/Catalogo%20de%20variedades%20de%20Papa.pdf>.

INTA (Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria). 2016. *Manual del cultivo de la papa, clima y zona de cultivo*. San José, Costa Rica. 45 p.

KOICA (Agencia de Cooperación Internacional de Corea). Sf. *guía para el cultivo de la papa*. El Salvador.

López Monzón, CE; Tobar Tomas, WV; Sica, AV. 2011. *Caracterización Morfología de 36 cultivares de papa (Solanum Tuberosum L) en la sierra de los cuchumatanes, del departamento de Huehuetenango*. Universidad San Carlos de Guatemala. 29, 37,43 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV). 2016. *MAG CENTA apoya a productores de san Ignacio para producir semilla de papa* (en línea). San salvador, SV. Consultado 13 sept. 2016. Disponible en <http://www.centa.gob.sv/2015/mag-centa-apoya-a-productores-de-san-ignacio-para-producir-semilla-de-papa/>.

- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2019. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS AGRÍCOLAS (en línea). Consultado 1 de jun. 2022. Disponible en <https://www.mag.gob.sv/wp-content/uploads/2021/06/INFORME-COSTOS-2018-2019.pdf>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2020. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS AGRÍCOLAS (en línea). Consultado 1 de jun. 2022. Disponible en <https://www.mag.gob.sv/wp-content/uploads/2021/09/INFORMES-DE-COSTOS-DEPRODUCCION-2019-2020.pdf>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2020. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS AGRÍCOLAS (en línea). Consultado 1 de jun. 2022. Disponible en <https://www.mag.gob.sv/wp-content/uploads/2021/09/INFORME-DE-COSTOS-DE-PRODUCCION-2020-2021.pdf>
- Machado, R. 2011. Caracterización morfológica (en línea). Consultado 13 de jul. 2020. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942011000300003.
- Menjivar, W y Zepeda, M. 2016. Evaluación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) multiplicadas in vitro en dos volúmenes de sustrato para la producción de mini tubérculos bajo invernadero. Etapas fenológicas, p 6-9.
- MIDAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). 2020. análisis de mercado papa. P 5-6
- Morales, M; Vargas Céspedes, A; Vignola, R; Watler, W. 2017. Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de papa en Costa Rica. Ficha técnica, cultivo de papa. Consultado 22 de ago. 2020. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-papa.pdf>.

- Román, M; Hurtado, G. 2002. La Papa. Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal. 34 p.
- Sol, M. 2015. Impulsan, desde UES, producción de semillas de papa genéticamente mejorada. San salvador, SV. 4 p.
- Sandaña, P. 2015. Aporca (en línea). Consultado 30 de agt. 2020. Disponible en <http://manualinia.papachile.cl/?page=consumo&ctn=60>
- Tapia Vásquez, HJ. 2017. Fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. Grupo phureja) de la región Cajamarca. Tesis Ing. Agrónomo. Cajamarca, Perú. P 8-11, 37-38.
- Tibán Leica, LR. 2012. Caracterización morfológica de diez entradas de papas nativas (*solanumsp*) del INIAP en el banco de germoplasma del jardín botánico Atocha-la Liria. Tesis Ing. Agrónomo. Ambato, Ecuador. P 8-17, 35-36.
- Vásquez Ramírez, W. 2018. Evaluación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), tres densidades siembran y dos sustratos para producción de semilla prebásica. Tesis Ing. Agrónomo. El Salvador, UES. P 3-4.
- Villanueva, RO. 2017. Manual del cultivo de papa para pequeños productores en l sierra norte del Perú. Perú. P 7-8.
- Z. Huamán, 2008, Descriptores morfológicos de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Tenerife. CCBAT edición.

8. ANEXOS

Cuadro A- 1. Características morfo agronómicas de las variedades de papa

Características	Icta-Frit	Tollocan	Soloma
Adaptación (msnm)	1,800 a 2,800	1,400 a 2,500	550 a 2400
Altura de la planta (m)	0.8 a 1.0	0.75 a 0.85	0.75
Tallos	Erectos Robustos	Erectos, Robusto	Rectas, Angostas
Color del tubérculo	Beige- amarillento	Amarillo-crema	-----
Forma del tubérculo	Alargado y ligeramente aplanado	Redondo aplanado	Alargado ovalado
Color interno del tubérculo	Crema amarillento	Crema	-----
Color de la flor	Morada	Blanca	Lila, Blanca
Días a cosecha	120	100-110	120-130
Rendimiento (tm/ha)	19.5-32.5	26-39	5-6

Fuente: Menjivar y Zepeda, 2016

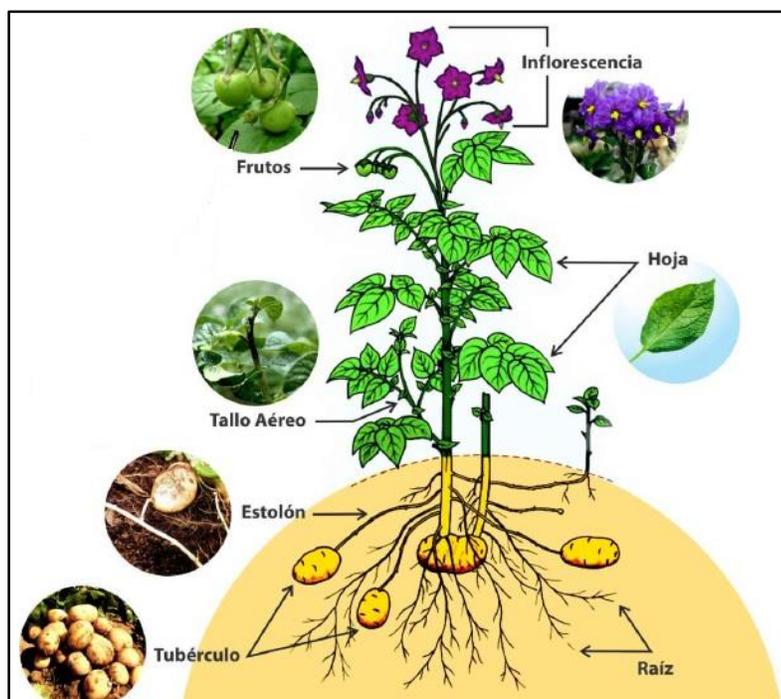


Figura A- 1. Morfología de la planta de papa

Fuente: CIP (Centro Internacional de la papa)



Figura A- 2. Establecimiento de cultivo en la zona alta de Chalatenango.



Figura A- 3. Semilla de Papa proporcionada por la Facultad de Ciencias Agronómicas.



Figura A- 4. Colaboración de agricultor de la zona



Figura A- 5. Planta dañada.



Figura A- 6. Preparación de terreno para establecer cultivo en la Facultad de Ciencias Agronómicas



Figura A- 7. Aplicación e incorporación de bokashi



Figura A- 8. Aplicación de riego por gravedad



Figura A- 9. Siembra en la Facultad de Ciencias Agronómicas.



Figura A- 10. Estado del cultivo de en la facultad de ciencias agronómicas, al momento del cierre de actividades por la pandemia COVID-19

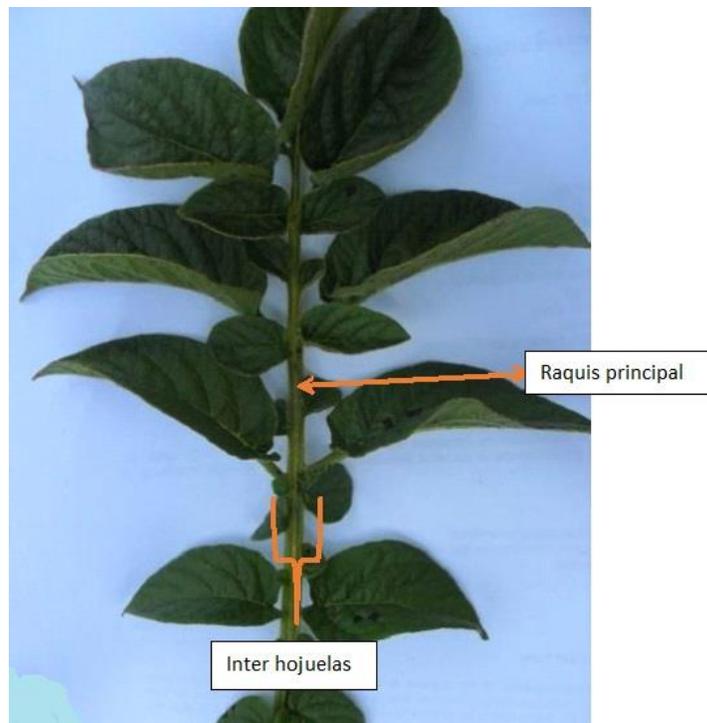


Figura A- 11. Inter hojuelas sobre el raquis principal

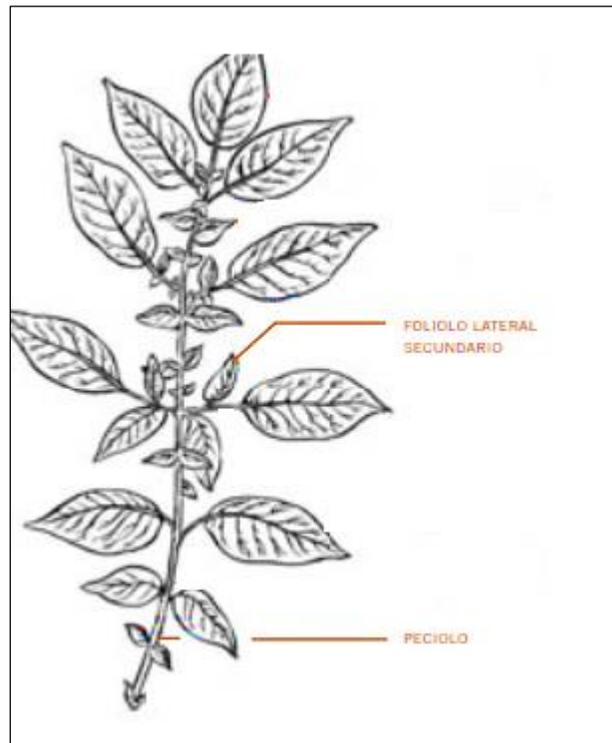


Figura A- 12. Folíolos laterales secundarios sobre los peciolo

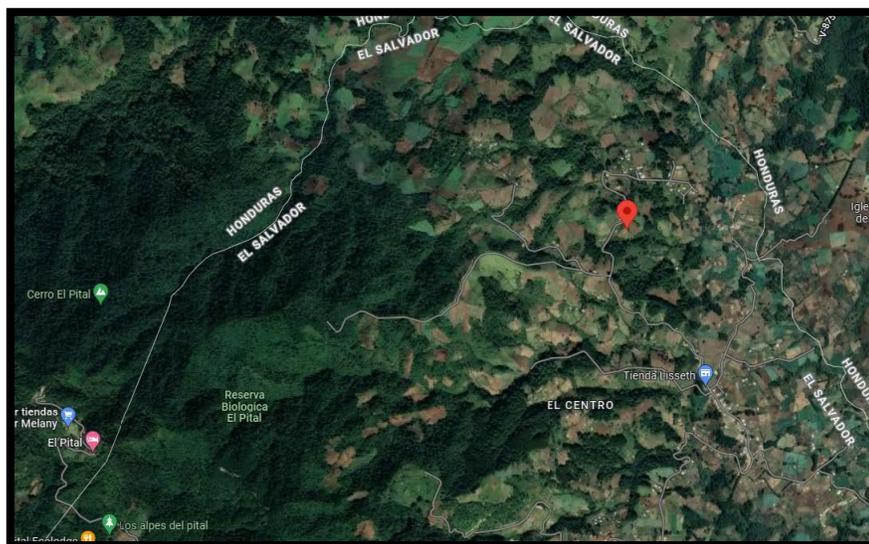


Figura A- 13. Ubicación de montaje en El departamento de Chalatenango.

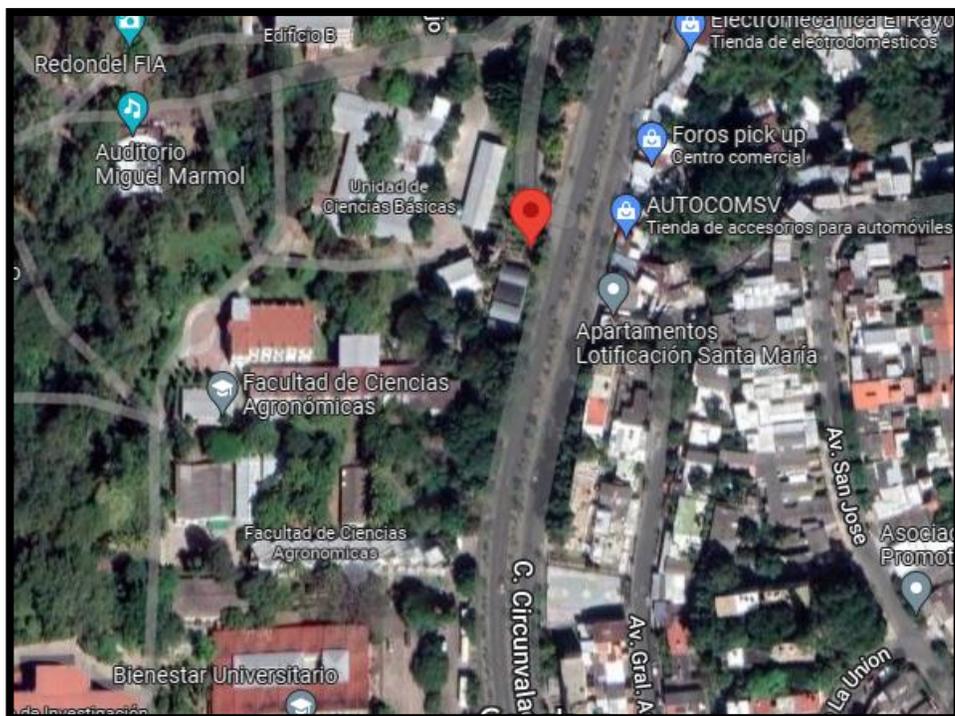


Figura A- 14. Ubicación de montaje en Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.