

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

**EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum*)
PROVENIENTES DE LA ASOCIACIÓN DE PAPAS DE ESTADOS
UNIDOS (POTATOES USA) PARA EL ESTUDIO DE SU
ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES DE CERRO PUNTA.**

POR:

KEVIN OMAR CONCEPCIÓN CASTILLO

4-771-1712

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2016

**EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum*)
PROVENIENTES DE LA ASOCIACIÓN DE PAPAS DE ESTADOS UNIDOS
(POTATOES USA) PARA EL ESTUDIO DE SU ADAPTACIÓN A LAS
CONDICIONES DE CERRO PUNTA.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN CULTIVOS TROPICALES**

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL
DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

APROBADO:

(NOMBRES)

(FIRMAS)

DIRECTOR: WALDO ESPINOSA, M. Sc. _____

ASESOR: ARNULFO GUTIÉRREZ, Ph. D. _____

ASESOR: SIMÓN VÁSQUEZ, M. Sc. _____

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2016

AGRADECIMIENTO

A Dios quien merece la honra y la gloria, le agradezco por haber estado conmigo desde el momento en que nací, mis días en la universidad hasta la culminación de este trabajo, porque siempre ha sido mi guía en los momentos más difíciles de mi vida, así como los más gratos. A mis seres amados, mi padre Carlos Concepción y mi madre Eloísa Castillo, por haber sido mi motor desde el momento que nací hasta hoy.

Al Ing. Waldo Espinosa, director de éste trabajo de graduación por haberme dirigido con los conocimientos, el tiempo, la dedicación y el apoyo necesario para la realización, redacción y estructuración de esta investigación. Al Ing. Simón Vázquez, parte del comité de evaluación por su valioso apoyo en la investigación. Mi agradecimiento al Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Estación Experimental de Cerro Punta, al PhD Arnulfo Gutiérrez, parte del comité de evaluación por haber compartido sus experiencias en la investigación del rubro papa, por la confianza, ayuda, trabajo, hospedaje y la facilidad de conseguir todos los elementos necesarios para la investigación. Al personal de campo, por los consejos y la gran ayuda en las labores agrícolas de la parcela a los colaboradores Jorge Muñoz, Maicol Urriola, Maximino Famanía, Olegario Rodríguez, Elmer Cervantes, Rodolfo Castillo, Ricardo Lam, Ignacio Espinosa, y Silvia Gonzáles. Agradezco a mis amistades en la Facultad de Ciencias Agropecuarias que de una u otra manera contribuyeron a mi formación académica, especialmente para la señora Irma Ostia por ser mi madre en la universidad, por su ayuda y sus palabras que siempre me motivaron.

DEDICATORIA

A mis amados padres Carlos Concepción y Eloísa Castillo por haberme inculcado valores, el temor, trabajo y el sacrificio, por haber confiado en mí, que con sudor en su frente y tantas palabras hoy me llevaron a donde me encuentro, con su amor, sabios consejos y sus esfuerzos me apoyaron en todo momento. Este trabajo y este logro se los dedico ya que sin ellos nunca lo hubiese logrado y sé que esto los llena mucho de alegría, regocijo y orgullo de no haber pasado por aguas turbias en vano y sin sentido.

Con cariño dedico, a mi hermana Ilka y a mi hermano Joel por haber formado siempre parte de mí y por haber creído siempre en lo que estaba haciendo, por su ayuda y palabras motivadoras. A mis sobrinos Rubencito y Taína por haber sido otra fuente de inspiración para mí y haberme obligado a ser un ejemplo y espejo para ellos. Dedico este logro a mis familiares, los que creyeron en mí, en especial a mi tía Xiomara, por haber sido mi madre lejos de mi madre, por su paciencia para conmigo y toda su ayuda, a mis tías, Andrea, Alicia, a mi abuela Hilda que se preocupaban por mí y de alguna forma estuvieron conmigo, a mi tío Manuel que siempre me dio buenos consejos y a mis primos.

Dedico este logro con mucho amor a mi novia Yolanis González quien estuvo conmigo en esos momentos llenos de alegrías, lágrimas, sacrificios, preocupaciones, asignaciones y por haberme regalado aquellos momentos gratos en mi vida. Siendo ella una persona muy especial que me ha apoyado durante todas las etapas de mi vida universitaria.

Kevin Omar Concepción Castillo.....

**EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum*)
PROVENIENTES DE LA ASOCIACIÓN DE PAPAS DE ESTADOS UNIDOS
(POTATOES USA) PARA EL ESTUDIO DE SU ADAPTACION A LAS
CONDICIONES DE CERRO PUNTA.**

Concepción Castillo K.O. 2016. Evaluación de variedades de papa (*Solanum tuberosum*) provenientes de la Asociación de Papas de Estados Unidos (Potatoes USA) para el estudio de su adaptación a las condiciones de Cerro Punta. Tesis. Ingeniería Agronómica en Cultivos Tropicales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

RESUMEN

El presente trabajo de grado se desarrolló con el objetivo de evaluar 12 diferentes variedades de papas provenientes de la Asociación de papas de Estados Unidos (Potatoes USA), del 20 de abril al 24 de agosto del 2016, en el distrito de Tierras altas en el corregimiento de Cerro Punta, dentro de la finca de la Estación Experimental del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Se seleccionó una parcela en descanso, se preparó y se manejó el terreno agronómicamente utilizando un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento o variedad. Se evaluaron las doce variedades mencionadas a continuación: Golden Globe, Jacqueline Lee, Colorado Rose, Chieftain, Defender, Crimson Red, Sierra Gold, Granola, Sebec, Yukon Gem, Huckel Berry Gold y Cal White. Se caracterizaron las variedades de papas a través de la descripción física de los tubérculos. Las variables evaluadas fueron el rendimiento total, la incidencia del Tizón Tardío y el porcentaje de sólidos totales contenidos en los tubérculos. Para estimar estos componentes y variables se realizó un análisis de la varianza (ADEVA) con la probabilidad al ($p < 0.01$) y una comparación de medias según la prueba de Tukey. Todas las variedades evaluadas mostraron medias con porcentajes muy bajos en cuanto a la incidencia de la infección del Tizón Tardío en las plantas de papa bajo las condiciones de clima y manejo químico del experimento. La variedad Chieftain obtuvo el mayor rendimiento con 22.65 toneladas por hectárea, seguida de la variedad Golden Globe con 22.04 toneladas por hectárea igualando estos al ser comparados con los rendimientos tradicionales obtenidos por los productores del área con la variedad Granola procedente de Alemania, pero de acuerdo al contenido de 17 por ciento de sólidos totales estas tienen su utilidad para consumo fresco y puré. La variedad Defender y Cal White obtuvieron el mayor porcentaje de sólidos totales con valores mayores al 18 por ciento haciéndolas aptas para el consumo de papas fritas. Las variedades restantes de la investigación obtuvieron

rendimientos muy bajos en toneladas por hectárea en comparación con la variedad Granola sembrada en el área de Tierras Altas de la provincia de Chiriquí.

Palabras Claves: ***Solanum Tuberosum***, Repetición, Adeva, Tizón Tardío, Rendimientos, Sólidos totales.

**ASSESSMENT POTATO VARIETIES (*Solanum tuberosum*) FROM THE
ASSOCIATION OF POTATOES UNITED STATES (USA POTATOES) FOR
THE STUDY OF ITS ADAPTATION TO THE CONDITIONS OF CERRO
PUNTA.**

SUMMARY

The response to soil and environmental Panamá highlands conditions of different varieties of potatoes from the association of US potatoes were evaluated. The same agronomic practices were applied to all treatments. A complete block randomized design was used with three replications and twelve varieties Golden Globe, Jacqueline Lee, Colorado Rose, Chieftain, Defender, Crimson Red, Sierra Gold, Granola, Sebec, Yukon Gem, Huckel Berry Gold and Cal White. Tuber morphological descriptions, late blight infection, commercial yield, seeds yield, total yield, and total solid content values were evaluated. The results of this study showed late blight infection were found in all potatoes varieties being tested with a non significance difference among them. Golden Globe Jacqueline Lee and Yukon Gem showed a similar tuber morphological characteristic than traditional formers variety of the area (Granola). Chieftain variety got a greater commercial and total yields with a 22.65 ton/ha follow by Golden Globe but a non difference significance among varieties were found in seeds yields values. The above values where not superior to those of Granola traditional highlands variety. The higher total solid contents values were obtain by Defender and Cal White varieties with a 19.2 % making them appropriate for processing potatoes. In conclusion Chieftain and Golden Globe were superior in total yield but a low total solid content values with less than 17%, making them an alternative for fresh consume and mash potatoes.

Keywords: Varieties, Replications, tuber, Late Blight, yields, total solids.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE GRAFICAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema a investigar.....	2
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5 Hipótesis.....	6
1.6 Alcances de la investigación.....	7
1.7 Limitaciones de la investigación.....	7
2. REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1 Botánica de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	8
2.2 Características agroecológicas del cultivo.....	8
2.3 Variedades en Panamá.....	9
2.4 Preparación del suelo.....	10

2.5	Época de siembra.....	10
2.6	Propagación.....	10
2.7	Densidad de siembra.....	11
2.8	Siembra.....	12
2.9	Prácticas culturales.....	12
2.10	Aporque y control de malezas.....	13
2.11	Plagas de importancia económica del cultivo.....	13
2.11.1	Plagas insectiles.....	13
2.11.2	Nemátodo.....	13
2.11.3	Enfermedades fungosas.....	14
2.11.4	Enfermedades bacterianas.....	15
2.11.5	Enfermedades fisiológicas.....	15
2.12	Cosecha.....	15
2.13	Almacenamiento.....	16
2.14	Producción de semilla de papa en Latinoamérica.....	17
2.15	Sistema SAH.....	17
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1	Ubicación.....	18
3.2	Manejo agronómico.....	18
3.2.1	Diseño experimental.....	30
3.2.2	Caracterización de las variedades.....	32
3.3	Variables a evaluar.....	34
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
5.	CONCLUSIONES.....	51
6.	RECOMENDACIONES.....	53
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	54
	ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		Pág.
I.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO.	20
II.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS TUBÉRCULOS.	38
III.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA) DE LA VARIABLE INCIDENCIA DEL TIZÓN TARDÍO (<i>Phytophthora infestans</i>).	39
IV.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA) DE LA VARIABLE RENDIMIENTO COMERCIAL.	41
V.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA) DE LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA SEMILLA.	42
VI.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA) DE LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL.	44
VII.	RENDIMIENTOS TOTALES DE LAS VARIEDADES EN TONELADAS POR HECTÁREA.	45
VIII.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA) DE LA VARIABLE GRAVEDAD ESPECÍFICA.	47
IX	VALORES DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA A CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES (MATERIA SECA).	49
X	COMPARACIONES DE MEDIAS DE LAS VARIABLES EVALUADAS.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1	PREPARACIÓN DE SUELO DE LA PARCELA DE LA INVESTIGACIÓN CON LA AYUDA DEL TRACTOR AGRÍCOLA Y EL IMPLEMENTO ROTOARADO (ABRIL).	19
2	DISTRIBUCIÓN MANUAL DE LAS SEMILLAS EN LOS SURCOS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES DEL ENSAYO EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE PAPAS (MAYO).	22
3	FERTILIZACIÓN DE LAS PLANTAS DE PAPAS EN LAS UNIDADES EXPERIMENTALES CON FERTLIZANTE QUÍMICO A LOS 30 DDS (JUNIO).	23
4	REALIZACIÓN DEL APORQUE MANUAL CON LA AYUDA DEL AZADON EN LAS PLANTAS DE PAPAS (JUNIO).	24
5	LARVA DE <i>AGROTIS spp.</i> ENCONTRADA EN EL CAMPO AFECTANDO LAS PLANTAS DEL ENSAYO DE PAPA A LOS 15 DDS (JUNIO).	28

6	MUESTRA DEL SÍNTOMA DEL TIZÓN TARDÍO ENCONTRADO DURANTE LA EVALUACIÓN DE LAS VARIEDADES DE PAPAS A LOS 45 DDS (JULIO).	29
7	REPRESENTACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIEDADES EN EL CAMPO DEL ENSAYO (JULIO).	32
8	TUBÉRCULO DE LA VARIEDAD CHIEFTAN LUEGO DE SER SECCIONADO LONGITUDINALMENTE PARA SU CARACTERIZACIÓN VARIETAL (AGOSTO).	33
9	MUESTRA DEL SISTEMA DE PREPARACIÓN DE SUELO EN EL AREA DE MAYOR PENDIENTE DEL ENSAYO (JUNIO).	33
10	INMERSIÓN DE LOS TUBÉRCULOS DE LAS VARIEDADES DE PAPA PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES MEDIANTE LA VALORIZACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA (AGOSTO).	36

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICAS	Pág.
I. RENDIMIENTO COMERCIAL, SEMILLA Y RELACIÓN SEMILLA PRODUCCIÓN POR VARIEDAD.	42
II. RENDIMIENTO TOTAL EN TONELADAS POR HECTÁREA.	45

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS	Pág.
I. CROQUIS CON LA ORIENTACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN LOS BLOQUES.	55
II. DATOS DE CAMPO SOBRE LOS RENDIMIENTOS.	55
III. TABLA DE CONVERSIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA, MATERIA SECA (%) Y ALMIDON EL TUBÉRCULO PAPA.	56

I. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) se originó en la región de los Andes en América del Sur y fue introducida en Europa por los conquistadores en el siglo XVI, rápidamente adquirió importancia a nivel mundial por ser considerada como uno de los tubérculos más nutritivos. El tubérculo contiene un 80 % de agua, la materia seca la constituyen carbohidratos, proteínas, celulosas, minerales vitaminas A, C, G. **(Hopkins, 1989).**

A consecuencia del crecimiento acelerado de la población mundial, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 2008 año Internacional de la Papa, con ello dicho organismo resalta la importancia de este tubérculo que representa el cuarto alimento básico del mundo, después del maíz, el trigo y el arroz. La papa satisface los requerimientos energéticos y nutricionales de más de dos mil millones de personas en los países en desarrollo, específicamente en el trópico, la población depende de raíces y tubérculos como alimento básico **(Ochoa 1991).**

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación **(FAO)** considera este tubérculo como un importante elemento en las estrategias dirigidas a proporcionar alimentos nutritivos a las personas con pocos recursos, por ser un cultivo apropiado para zonas donde la tierra es limitada y la mano de obra abundante, como ocurre en gran parte de los países en desarrollo **(FAO 1997).**

En nuestro país es un cultivo de mucha importancia económica, por lo que es vital la investigación sobre la introducción de nuevas variedades de papa con mejores características, procedentes del extranjero.

La evaluación genotipo-ambiente de variedades de papa en diferentes localidades de Chiriquí, nos permitirá una interpretación más precisa del comportamiento de las nuevas variedades en diferentes localidades del sector.

(Gutiérrez A, 2015.)

Actualmente en el área de Cerro Punta ubicada en la provincia de Chiriquí, se realizan investigaciones sobre el comportamiento de variedades extranjeras, clones y líneas, con la finalidad de proporcionar a los agricultores variedades con alta capacidad de adaptación, resistencia a plagas y enfermedades y altos rendimientos por hectárea , siendo una alternativa para enfrentar los costos de producción y el cambio climático ya que representa una actividad económica lucrativa para muchos lugareños e inversionistas. Este trabajo está dirigido a realizar una primera evaluación de variedades de papa, provenientes de la Asociación de Papas de Estados Unidos (Potatoes USA) para el estudio de su adaptación a las condiciones de Cerro Punta.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR

La propagación del cultivo de la papa y la fuente de semilla muchas veces constituye el inóculo para las distintas plagas y enfermedades, siendo así el Tizón tardío el principal patógeno de cultivo de la papa y el nemátodo del quiste, además del cambio que ha sufrido el recurso suelo debido a las malas prácticas por los agricultores ocasionando la pérdida de fertilidad. Las sobredosis y las malas aplicaciones de los pesticidas producen el incremento en los costos de producción contribuyendo como la principal fuente en la merma o pérdida en los rendimientos por área.

La elevación de la temperatura, producto del cambio climático, ha desarrollado una pérdida del clima favorable para el cultivo de papa siendo así que la alta temperatura es el motivo principal de la poca adaptación y desarrollo en los cultivares de papa afectando a los sistemas agrícolas de los productores de las tierras altas de Panamá.

1.2 ANTECEDENTES

La papa (*Solanum tuberosum*), es originaria de la región Andina de Perú, Bolivia y Chile, donde se han descubierto restos arqueológicos de este tubérculo que, según los investigadores, constituyó uno de los principales alimentos de la era de la agricultura incipiente en el nuevo mundo, unos 6,000 años antes de Cristo (**Ochoa, D 1991**).

El potencial de la papa en tierras altas de la provincia de Chiriquí alcanza las 50 toneladas por hectárea, pero el promedio nacional oscila entre 23 y 27. Esta actividad ocupa aproximadamente mil hectáreas, las cuales se siembran a través de todo el año y es desarrollada por más de 350 productores, generando un número importante de mano de obra en un área rural. La siembra se ha desarrollado principalmente con la variedad Granola, la cual ya presenta indicios de decadencia, aunado al aumento en los costos de los insumos por lo que el sector ha estado confrontando problemas de baja rentabilidad (**Gutiérrez A, 2015**).

Existen en Panamá varios organismos e instituciones que, en una forma u otra, realizan importantes aportes a la producción de papa, en la región de Cerro Punta en la provincia de Chiriquí. Estas instituciones son el Banco de

Desarrollo Agropecuario (BDA), Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), El Instituto de Mercadeo Agropecuario (IMA), el Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola (PRIICA).

La investigación sobre el cultivo de papa se ha realizado principalmente por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) a nivel de campo y en laboratorio en cuanto a nuevas metodologías de producción, Manejo integrado de plagas (Mip), introducción de nuevos cultivares, micropropagación por cultivo *in vitro* de tejidos, multiplicación mediante el sistema SAH y producción de semilla certificada con alto valor genético y sanitario. La Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá ha realizado investigaciones con estudiantes de grado en fertilidad de suelo y manejo de nemátodos, control biológico y diagnóstico molecular.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El consumo de papa en nuestro país se ha duplicado en las últimas décadas, sin embargo la producción nacional se ha mantenido casi en los mismos niveles. El aumento más significativo ha sido el consumo de papas procesadas precisamente el 100% de esta demanda es cubierta por productores extranjeros. **(Gutiérrez A, 2012).**

La demanda de este cultivo es más de 4.5 mil toneladas importadas en el 2003, expresadas en el alto consumo de este rubro por supermercados y franquicias de comida rápida, el potencial de producción de tierras altas, la necesidad de mantener y generar nuevos empleos, tanto en producción agrícola como en la

agro-industria y la posibilidad de generar agregados en estos proyectos
(Gutiérrez A, 2015.)

Dentro del sector agrícola la producción de papa y su comercio internacional han experimentado una rápida transformación como un ejemplo del dinamismo comercial de productos, que gracias a su versatilidad pueden ser comercializadas de distintas maneras: papa consumo, papa semilla y papa procesada **(Scott, 1995).**

Por medio de estas investigaciones y ensayos cooperativos, se puede cubrir la necesidad de obtener nuevas variedades de papa, con alto rendimiento, buena calidad del tubérculo, alto contenido de sólidos, comportamiento aceptable ante las plagas y enfermedades más importantes del área **(*Phytophthora infestans*, *Globodera* sp, *Liriomyza* sp, *Tecia solanivora*)**, buenas características físicas del tubérculo, con un ciclo vegetativo corto y la aceptación por parte de los productores es un criterio que se debe considerar en primera instancia. La obtención de variedades con características favorables generaría la posibilidad real de cambios positivos dentro de la cadena agroalimentaria de la papa, se reducirían significativamente los costos económicos y ambientales del cultivo, haciendo más eficiente el eslabón primario de la cadena productiva de la papa.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERALES

- ✚ Realizar una primera evaluación de variedades de papa, provenientes de la Asociación de papas de Estados Unidos (Potatoes USA) para el estudio de su adaptación a las condiciones de Cerro Punta.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- ✚ Realizar una caracterización física de las variedades de papa.
- ✚ Estimar la incidencia del tizón tardío en las variedades de papa bajo las condiciones de manejo químico.
- ✚ Evaluar los rendimientos en las diferentes variedades de papa.
- ✚ Determinar el porcentaje de sólidos totales en las variedades de papa.

1.4 HIPÓTESIS

Hipótesis nula H_0 :

- ✚ Las variedades de papa (***Solanum tuberosum***), no superan o igualan al testigo nacional, por lo cual no se recomienda la introducción y la continuidad de la investigación.

Hipótesis alternativa H_a

- ✚ Las variedades de papa (***Solanum tuberosum***), superan o igualan al testigo nacional, por lo cual sí se recomienda la introducción y la continuidad de la investigación.

1.6 ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación funcionará como una fuente de información para realizar consultas bibliográficas para los estudiantes, investigadores, extensionistas y productores interesados en el mejoramiento y cultivo de la papa. Valorar y utilizar recursos genéticos de la papa, para contribuir a garantizar la seguridad alimentaria e innovación tecnológica del agronegocio relacionado al cultivo de papa en Panamá.

Aumentar la accesibilidad, disponibilidad y diversidad de variedades de papa, con características deseables como alto potencial y estabilidad del rendimiento, buen comportamiento ante plagas presentes, buenas características de calidad y aceptación de los productores, comercializadores y consumidores de Cerro Punta.

1.7 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- ✚ La ocurrencia de eventos climáticos desfavorables.
- ✚ Falta de adaptabilidad agronómica de las variedades introducidas a las condiciones agroecológicas de Panamá.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Botánica de la papa (*Solanum tuberosum*).

La papa pertenece a la familia de las Solanáceas, es una planta dicotiledónea, herbácea, anual, aunque puede ser considerada como perenne debido a su capacidad de reproducirse vegetativamente por medio de tubérculos. Los tubérculos, son tallos subterráneos acortados y engrosados con yemas que almacenan nutrientes y la parte comercial del cultivo, ya que sirven como producto de consumo y como semilla asexual. Presenta abundantes raíces fibrosas que alcanzan profundidades de 30 a 40 cm, que le dan buen anclaje a la planta **(Meza 2005)**.

Las flores pueden ser de color blanco a rosado purpura dependiendo de la variedad. El fruto es un tubérculo, cuya forma depende también de la variedad, que produce semillas fértiles viables. Las plantas nacidas de semilla sexual son diferentes a las producidas de tubérculo, ya que presentan una raíz principal y un solo tallo, mientras que, las originadas de tubérculos son una copia de su madre, nacen de una yema y no tiene raíz principal ni cotiledones **(Guarin et al. 1998)**.

2.2 Características agroecológicas del cultivo de papa.

La papa es un cultivo que se adapta a regiones templadas o subtropicales con estación fresca, regiones áridas y semiáridas con riego, regiones subhúmedas cálidas, templadas y frías. Presentan un ciclo vegetativo de 3-4 meses en las

variedades tempranas, 4-5 meses variedades intermedias y 5-6 meses las variedades tardías. La papa se desarrolla hasta los 3000 msnm. Pero algunos genotipos se adaptan mejor a ciertas altitudes, se recomienda su cultivo en zonas altas, de preferencia arriba de 1400 msnm, donde haya una temperatura promedio de 18°C **(Fhia 2006)**. Generalmente se cultiva en época lluviosa y época seca con riego, dado que no tolera un período largo de sequía. El período crítico de requerimiento de agua es desde el inicio de la formación de los tubérculos hasta la floración, cuando se debe procurar que la disponibilidad de la humedad no descienda del 50% de la capacidad de campo **(Carrillo et al. 2003)**.

2.3 Variedades en Panamá

- ✚ **Granola:** De origen Alemán, es la más sembrada en Panamá, tiene un buen rendimiento con un promedio de 20/ton/ha. Con un ciclo de producción de 110 días, resistente a los virus PVY y PVX, resistente a un patotipo del nemátodo Dorado y susceptible al Tizón tardío.
- ✚ **Amigo:** Variedad Holandesa, con un Rendimiento de 15 ton/ha. Ciclo de producción de 110 días y susceptible a los virus PVX y PVY, medianamente resistente al Tizón tardío y resistente al nemátodo Dorado.
- ✚ **Kondor:** Variedad Holandesa, rendimientos de 20ton/ha, ciclo de producción de 110 días, susceptible a virus PVX y PVY y a Tizón tardío, tolerante al nemátodo Dorado.
- ✚ **Idiap – 92:** Procedente del Centro Internacional de la papa (CIP) Perú.
- ✚ **Idiafrit:** Liberada por el IDIAP Ambas variedades tienen un ciclo de producción de 120 días, con un rendimiento de 30 ton/ha. Resistentes a

virosis y a tizón tardío y tolerantes a mosca minadora y nemátodo Dorado.(Gutiérrez A, 2009)

2.4 Preparación del suelo

En topografía plana se utiliza arado de disco y dos pases de rastra o roto arado. En laderas pendientes no mayores del 15%, se prepara utilizando azadones. Se debe implementar prácticas de conservación (curvas a nivel, acequias, terrazas), el surcado se debe realizar a una profundidad de 10 cm.

2.5 Época de siembra

Es sembrada en dos épocas:

🌈 Época seca: entre noviembre y marzo

🌈 Época lluviosa: entre mayo a septiembre

Al contar los productores con la tecnología de un sistema de riego, se está observando siembra en toda época, debido a la tecnología aplicada y demanda comercial.

2.6 Propagación

Los tubérculos pueden ser plantados ya sean enteros o cortados en secciones, cada una de estas secciones tendrá una o más yemas durmientes. El tubérculo de la papa tiene dos fenómenos fisiológicos:

1-Reposo: Periodo de latencia que dura hasta el inicio de la brotación.

2-Dominancia apical: Es la mayor fuerza o supremacía que muestra las yemas del tubérculo situado sobre el extremo distal apical sobre el resto de las yemas. La dormancia puede durar de 80 a 90 días y puede ser roto con Ácido Giberélico a 1 ppm por 5 minutos, almacenamiento de la semilla a 20 o 30 ° C y luz difusa con cajas pre germinadoras. En la actualidad Panamá solo importa semilla de Estados Unidos y Alemania, que son consideradas como de primera generación, de la segunda generación en adelante los agricultores seleccionan sus propias semillas. Si el agricultor obtiene su propia semilla debe seguir los siguientes pasos: Eliminar los tubérculos inmaduros, eliminar los tubérculos picados heridos, semi podridos o con defectos, seleccionando tubérculos de 50 a 60 gramos.

2.7 Densidad de siembra

Las densidades varían de acuerdo a la época, variedad y el objetivo de la producción (semilla o consumo).

✚ Para la época seca el espaciamiento puede ser de:

- 0.75 a 0.90 m entre surcos
- 0.25 a 0.35 entre plantas

✚ Para la época lluviosa puede ser de :

- 0.80 a 1 m entre surco
- 0.25 a 0.35 entre plantas

Se necesitan alrededor de 30 a 45 qq/ha de semilla, sin embargo 40 qq/ha es la cantidad de semilla más utilizada en Panamá.

2.8 Siembra

Los tubérculos de semilla de 50 a 60 gramos se colocan al fondo del surco y se cubren de acuerdo a las condiciones de humedad del terreno o a la brotación de la papa con 5 a 10 cm de suelo.

2.9 Prácticas culturales

Fertilización: La demanda de nutrientes de la papa es muy alta debido a que forma una gran cantidad de materia seca en corto tiempo. Los nutrimentos más importantes son: nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio. La fertilización debe hacerse de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la planta.

El nitrógeno fomenta el desarrollo excesivo del follaje a expensas de la formación y contenido de almidón del tubérculo dando bajos rendimientos.

El fósforo ejerce un efecto favorable sobre el contenido del almidón, acelera la maduración de los tubérculos y el buen estado en general de salud de la planta.

El potasio mejora la textura y conservación de los tubérculos.

Anteriormente se usaba una dosis mínima de 30 qq/ha. Tradicionalmente el productor aplica 1qq de abono por cada quintal de semilla sembrada, y al colocar el fertilizante al fondo el surco se aplica solo el 40% de nitrógeno a la siembra y 60% a los 30 días con el aporque.

2.9 Aporque y control de malezas

El aporque se realiza al alcanzar la planta una altura de 15 a 20 cm, esto ocurre entre la quinta y sexta semana después de siembra (aproximadamente 30 días después de la emergencia). La maleza entre los surcos es volteada y enterrada y se puede utilizar la labor de aporque para espolvorear insecticidas y aplicar el nitrógeno fraccionado, esta labor se puede realizar manualmente con azadones o con arado animal de vertedera y si el terreno lo permite mediante aporcadores o surcadores instalados en tractores. Esta labor se repite tres o cuatro veces, hasta que las plantas se acerquen y las hileras se cierren por el follaje.

Las malezas más comunes son: zaeta, kikuyo, hierba pollito, mostaza, siempre viva etc. El control químico puede hacerse de la siguiente manera:

- ✚ Pre-emergencia: Glifosato, Afalón, Paraquat
- ✚ Post-emergencia : Fusilade
- ✚ Pre y post emergencia al cultivo y a las malezas: Sencor. **(Gutiérrez A, et al .2009)**

2.10 Plagas de importancia económica del cultivo de papa

2.11.1 Plagas insectiles:

Polilla de la papa (*Tecia solanivora*)

Afecta la parte subterránea del cultivo y su acción continúa durante el almacenamiento, haciéndole numerosas galerías al tubérculo, aporques mal ejecutados dejan al descubierto los tubérculos exponiéndolos a la oviposición.

- ✚ Gusano cortador (***Agrotis sp.***): De hábito nocturno, su larva corta las plántulas a nivel del cuello.
- ✚ Gallina ciega (***Phyllophaga sp.***): Corta el sistema radicular.
- ✚ Mosquita minadora (***Liriomyza spp.***): Causan daño inter laminar.
- ✚ Pulgones, Trips y chinches: Transmisores de virosis.

2.11.2 Nemátodo

El Nemátodo del Quiste (***Globodera rostochiensis***): Se encontró en 1967 por primera vez. El síntoma principal es el retardo en la emergencia de la planta, enanismo, falta de vigor y las Papas se quedan pequeñas y prematuras.

2.11.3 Enfermedades fungosas

Tizón tardío (***Phytophthora infestan***): Los primeros síntomas que se observan en las hojas son manchas pardas, que al crecer, se produce en el haz inferior un vello grisáceo. La mancha empieza a tornarse negra, cubriendo buena parte de una hoja, por lo que una plantación puede ser destruida en dos o tres semanas bajo condiciones favorables.

Tizón temprano (***Alternaria solani***): Se distingue por círculos concéntricos en el follaje.

Rhizoctoniosis (***Rhizoctonia solani***): Lesiones negras en la base de los tallos, tubérculos afectados por los esclerocios del hongo.

Torbo (*Rosellinia spp.*): Las partes subterráneas se recubren de un micelio blanco y los tubérculos afectados aparecen estrías necróticas, la papa se pudre en el campo y en el almacenamiento.

2.11.14 Enfermedades bacterianas

Marchitez bacterial (*Ralstonia spp.*): Es una enfermedad del sistema vascular. Los síntomas son de marchitez foliar gradual.

Pie negro (*Erwinia atroseptica* y *Erwinia carotovora*.) Las plantas afectadas no crecen y las hojas se amarillan y no crecen, la infección progresa por los estolones hasta los tubérculos, donde aparecen áreas oscuras por fuera y por dentro una pudrición suave.

2.11.15 Enfermedades fisiológicas

Corazón negro: Ocurre cuando hay escasez de oxígeno, altas temperaturas y pobre ventilación (almacenamiento).

Corazón hueco: Tubérculos grandes que se han desarrollado durante períodos muy favorables para un crecimiento rápido (mucha humedad y buena fertilización). (Candanedo E, et al 1997.)

2.12 Cosecha

Las plantas comienzan a declinar y adquieren un color amarillo, se tornan quebradizas y comienzan a secarse. Los tubérculos pueden separarse fácilmente de los estolones y su piel presenta cierta resistencia a desprenderse cuando se aprieta con los dedos.

Madurez comercial: La planta está seca, los tubérculos son más densos y su piel no se desprende. Los tubérculos pueden ser cosechados de 90 a 120 días después de su siembra. Se puede aplicar un quemante dos semanas antes de la cosecha. Si la producción es para semilla la cosecha se inicia antes de que termine el ciclo del cultivo y la cosecha se realiza en forma mecánica y manual de acuerdo a la topografía del terreno.

Categorías:

- 🚧 Papa de primera mayor de 50 mm.
- 🚧 Papa de segunda de 35 a 49 mm.
- 🚧 Papa de tercera menor de 35 mm ó papín.

2.13 Almacenamiento

Las condiciones óptimas de almacenamiento abarcan una temperatura de 2.2 a 3 °C, y una humedad relativa de 75 a 80 %. Mantener almacenado por 14 días a temperaturas de 15 a 17 °C para la curación (promueve la formación de la epidermis al que se refieren como curado de las heridas). El brotamiento de la papa puede ser prevenido con sustancias químicas inhibidoras de la brotación. La papa para consumo no se almacena por mucho tiempo en Panamá, ya que la mayoría de los productores la comercializan directamente. La papa para uso industrial es entregada a la fábrica donde se somete a un procesamiento y es enviadas a restaurantes de comida rápida. **(Gutiérrez A, et al 2009.)**

2.14 Producción de semilla de papa en Latinoamérica

En las últimas décadas la producción de semilla de papa en Latinoamérica, ha experimentado extraordinarios avances gracias a la tecnología generada y difundida por el Centro Internacional de la Papa (CIP), como son la multiplicación rápida, utilizando plántulas *in vitro* y las técnicas de limpieza de patógenos en la semilla, por medio del cultivo de meristemos y termoterapia **(Bryan et al.1983).**

2.15 Sistema SAH

Sistema Autotrófico Hidropónico, Es una tecnología innovadora de propagación por micro esquejes que se cultivan en condiciones foto-autotróficas desarrollando plántulas rústicas, con capacidad de fotosintetizar y listas para llevar al invernadero. Permite altas tasas de multiplicación en un periodo muy corto de tiempo (hasta 10 veces más rápido que tradicional *in vitro*) y costos bajos, presente una herramienta útil para el fortalecimiento del programa de producción de semilla de papa de alta calidad fitosanitaria, es libre de virosis y otros patógenos que pueden afectar el potencial genético y rendimiento de una variedad. El sistema optimiza el intercambio gaseoso y la humedad relativa del microambiente lo que se traduce en un mejor crecimiento y desarrollo de las plántulas. Se logra una significativa reducción de los desórdenes fisiológicos y la aclimatación exitosa de las plántulas al momento del trasplante. **(IDIAP 2015)**

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

La investigación se realizó en Cerro Punta, provincia de Chiriquí en la estación experimental del (IDIAP), ubicada al noreste de la provincia de Chiriquí entre los 8°51' 5'' de latitud norte y los 82°34'20'' de longitud oeste y una altitud de 1900 msnm, temperatura promedio anual de 17°C y una precipitación anual de 2300mm.

3.2 Manejo agronómico

Preparación del Terreno y Muestreo

La preparación del suelo es una de las labores agrícolas de mayor importancia en la producción de papa, es la manipulación física que se aplica con la intención de modificar aquellas características que afectan la brotación de las semillas y posteriores etapas de crecimiento del cultivo. Estas características determinan las relaciones planta-suelo-agua, aire, que afectarán el desarrollo de las plantas. **(INIA 2010.)**

La parcela para la investigación se preparó mecánicamente, ya que la topografía del terreno lo permitía, con la implementación de tractor agrícola y acoples, siendo así los dos primeros pases de arado de disco con el objetivo de voltear el suelo y enterrar materia orgánica existente en la capa superficial del suelo. Seguido con dos pases de rastra liviana de discos combinados, con el objetivo de moler los terrones y cortar las malezas de la parcela. Los dos

últimos pases en la preparación del suelo fueron realizados con la ayuda del implemento rotoarado (**ver figura 1**) con el objetivo de desmenuzar finamente las partículas del suelo, incorporar materiales al suelo, soltar y dejar listo el suelo para que le sea más fácil al brote de la semilla poder germinar. Finalmente se utilizó un surcador con el objetivo de realizar los surcos que posteriormente serían medidos y preparados como bloques o unidades experimentales. Con el fin de obtener homogeneidad en la investigación se confeccionarán parcelas de forma manual con la ayuda de la cinta métrica, azadones y estacas. Estas unidades experimentales tuvieron una dimensión de cinco metros de largo y 2.80 metros de ancho para dar un total de 14 metros cuadrados entre sí a 0.70 metros y un metro de calle.

Figura 1. Preparación de suelo de la parcela de la investigación con la ayuda del tractor agrícola y el implemento rotoarado. (Abril)



Fuente: El autor

Un análisis de suelo es una guía que describe la disponibilidad de nutrientes y el potencial de absorción de nutrientes por un cultivo. Los análisis de suelos convencionales miden una porción del total de nutrientes disponibles en el suelo. (INIA 2015.)

Para el establecimiento del ensayo se muestreó el suelo, para análisis químico determinando así la textura como Franca arenosa, alto contenido de materia orgánica y de origen volcánico, resultando aptos para el cultivo de la papa. Se realizó mediante la metodología en campo de zig-zag, tomando 15 submuestras, que luego homogenizadas hicieron una sola muestra aproximadamente de una libra, que fue llevada y procesada por el laboratorio de suelos (Labsa), de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. **(Ver cuadro I).**

CUADRO I: CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO.

Característica	U. Medida	Cantidad
Arena	%	79.2
Limo	%	19.3
Arcilla	%	1.5
pH	%	5.1
M.O	%	6.7
P	mg/l	584.16
K	mg/l	124.4
Ca	meq/100g	0.76
Mg	meq/100g	0.1
Cu	mg/l	8.2
Mn	mg/l	51.2
Fe	mg/l	42.1
Zn	mg/l	13.6
textura		AF
color		negro

Fuente: Laboratorio de suelos y aguas (UP FCA.)

Selección De Semilla

La semilla de papa de buena calidad es el tubérculo que presenta las características genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias para producir plantas que, en condiciones adecuadas del cultivo, reproducirán las características y el potencial adecuado de la variedad que se ha sembrado. **(Kuehn, 1989)**.

Se seleccionaron semillas provenientes de la Asociación de Papas De Estados Unidos (Potatoes USA), introducidas al país mediante la Asociación de Productores de Tierras Altas (APTA), legalmente aprobadas por el departamento de Sanidad Vegetal del Ministerio de Desarrollo Agropecuario y recibidas por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Ya tratadas con fungicidas e insecticidas, con buen vigor y estado fitosanitario se colocaron por un mes dentro de cajas pre-germinadoras en una bodega a una temperatura aproximada de 25 grados centígrados, para inducir a la brotación hasta alcanzar un tamaño promedio de 35 milímetros, teniendo de cuatro a seis brotes con un peso promedio de 45-55 gramos.

Siembra

Se realizó manualmente con la distribución de las variedades por bloques, aplicando gallinaza uniformemente en el fondo del surco a una dosis de 26.4 kilogramos por parcela experimental con el objetivo de mejorar la estructura del suelo resultando así una dosis total de 9.4 toneladas por hectárea de gallinaza. Luego se aplicó fertilizante químico completo a base de 12-24-12 a una dosis de 2.72 kilogramos por parcela experimental con el objetivo de suplir

los macro nutrientes resultando así una dosis total de 2.1 toneladas por hectárea. Posteriormente estos fueron tapados con una capa de suelo y la ayuda de un azadón para evitar el contacto directo y quemado de las partículas con la semilla y el brote.

En cada unidad experimental a una distancia de 30 centímetros, fueron colocadas 15 semillas de los tubérculos brotados y separados entre surco a 70 centímetros, dando un total de 60 tubérculos por bloque o unidad experimental resultando una densidad de 42,857 tubérculos por hectárea (**ver figura 2**). Para la protección de las semillas se aplicó sobre el tubérculo el fungicida de suelo a base de Benlate a una dosis de 20 gramos por 3.78 litros y para el control de plagas de suelo, se utilizó el nematicida a base de Extracto vegetal De Quillaja Saponaria 50 SL, a una dosis de 7 centímetros cúbicos por 3.78 litros. Luego se colocó una capa de suelo para tapar la semilla y así evitar el quemado. La emergencia se dio aproximadamente a los 15 días después de la siembra (dds).

Figura 2. Distribución manual de las semillas en los surcos de las unidades experimentales del ensayo evaluación de variedades de papa (mayo)



Fuente: El autor

Fertilización y aporque

El crecimiento de la papa depende del suministro de los nutrientes a la planta, tales como nitrógeno, fósforo potasio y otros. Cada nutriente tiene una función específica para el crecimiento de la planta y la carencia de estos origina retardo del proceso de crecimiento y disminución del rendimiento. **(Rodríguez 1990.)**

La fertilización se hizo a los 30 dds, junto al momento del aporque con el objetivo de proporcionar los nutrientes en la condición física del suelo apropiada. **(Ver figura 3)**

En base a datos sobre investigaciones experimentales sobre el cultivo de la papa por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, se aplicó fertilizante químico a razón de 12-1-18-13.6, con el objetivo de proporcionar elementos a una dosis de 0.90 kilogramos por parcela experimental resultando así una dosis total de 1400 kilogramos por hectárea.

Figura 3. Fertilización de las plantas de papas de las unidades experimentales con fertilizante químico a los 30 dds (Junio)



Fuente: El autor

El aporque

Es la práctica agronómica que se dio cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 25 centímetros, en donde se removió el suelo con la ayuda del azadón (**ver figura 4**), con el objetivo de tapar los estolones donde se formaron los tubérculos, evitar el verdeado, propiciar y facilitar la absorción de los nutrientes aplicados en la fertilización así como fortalecer la base de la planta para la resistencia a los vientos naturales o causados por las aspersiones de la motobomba.

Figura 4. Realización del aporque manual con la ayuda del azadón en las plantas de papa. (Junio)



Fuente: El autor

Manejo de malezas

Las malezas compiten por nutrientes con el cultivo de la papa, además son hospederos de plagas y enfermedades. La principal maleza que predominó en los diferentes bloques del ensayo fue la Verdolaga blanca (***Trianthema portulacastrum***), que fue controlada con un herbicida selectivo a base de

Triazina- Metribuzin a una dosis de cinco gramos por galón, el cual fue aplicado a los 35 dds.

Muestreo y manejo de nemátodos

Los nemátodos son un grupo diverso de animales con apariencia de gusano que se encuentran naturalmente en todos los ambientes, tanto como parásitos como organismos de vida libre. **(Coyne, D.L., Nicol, J.M. and Claudius-Cole, B. 2007.)**

El muestreo de suelo para los nemátodos fue realizado en el laboratorio de fito protección de la Estación Experimental de Cerro Punta, la cual tenía como objetivo determinar la presencia y la población del Nemátodo del Quiste de la Papa (NQP), Globodera spp y determinar la aplicación de nematicida en forma preventiva o curativa, así como realizar alguna práctica que afectara la convivencia de estos organismos. La metodología que se utilizó para esta fue la de zig-zag en campo tomando 15 sub-muestras que homogenizadas hicieron una sola muestra de 454 gramos de suelo y en laboratorio se realizó mediante la metodología de tamizado y conteo de los quistes. Para el manejo de los nemátodos en la parcela de investigación se aplicó la rotación de cultivos resultante de los ensayos anteriores, así como la única aplicación de manera preventiva con el nematicida al momento de la siembra; ya que en el análisis de suelo para muestreo de estos organismos se obtuvo como resultado la identificación de otro género el cual fue *Prathylenchus spp*, sin importancia económica y bajo el umbral de daño para el cultivo de la papa.

Manejo de insectos

Su ataque causa disminución en el crecimiento vegetativo, clorosis en las plantas como también enrollamiento de las hojas superiores especialmente en la base de los folíolos y en las hojas basales. Las aplicaciones de insecticidas se hacen de forma alternada para evitar resistencia, la forma más adecuada de controlar estas plagas, es con tratamiento destinando a eliminar en forma simultánea los insectos chupadores y masticadores, utilizando para ello insecticidas sistémicos (**Jaramillo, 1983**).

El manejo de insectos en la parcela comenzó con aplicaciones de insecticidas de forma preventiva aproximadamente a los 15 dds cuando los brotes de los tubérculos ya habían germinado en los diferentes bloques. La primera plaga insectil que empezó a atacar a las plantas fueron las del grupo de los masticadores y cortadores de las hojas, el coleóptero *Epitrix spp*, comúnmente llamado pulga negra que se alimentan de los brotes y hojas, ocasionando perforaciones circulares que limitan la producción de fotosíntesis y la lepidóptera *Agrotis sp* (ver figura 5) en estado de larva que corta los tallos principales y las hojas verdaderas impidiendo el continuo crecimiento de las plantas y disminuyen la población de plantas por parcela. Para ello se aplicó un insecticida a base de Cipermetrina 25 EC a una dosis de 15 centímetros cúbicos por 3.78 litros.

Posteriormente las aplicaciones fueron continuas ya que según el monitoreo la población insectil era de importancia económica, utilizando para ello la rotación de insecticidas y bajo días lluviosos la aplicación de coadyuvante-humectante a base de Silicona 100 SL a una dosis de cinco centímetros cúbicos 3.78 litros

, aplicado dos veces por semana, cada cuatro días los productos a base de Thiocyclam 50 SP a una dosis de 10 gramos por 3.78 litros., Chlorpyrifos 75 WG a una dosis de 10 gramos por 3.78 litros, Indoxacarb 30 WG a una dosis de tres gramos por 3.78 litros. . Aproximadamente a los 32 dds en adelante el agente causal de daño fue *Liriomyza spp*, comúnmente llamado la Mosca minadora, la cual en estado larval hacen túneles en el interior de la hoja, sin dañar la parte externa de la misma, secando las hojas impidiendo la fotosíntesis. Para ello se realizaron aplicaciones rotativas de dos veces por semana cada cuatro días con insecticidas a base de Abamectina 1.8 EC a una dosis de 15 centímetros cúbicos por 3.78 litros, Cipermetrina 25 EC a una dosis de 15 centímetros cúbicos por 3.78 litros. , Thiocyclam 50 SP a una dosis de 10 gramos por galón, Chlorpyrifos 75 WG a una dosis de 10 gramos por 3.78 litros, Cyromazine 75 WP a una dosis de 10 gramos por 3.78 litros, Indoxacarb 30 WG a una dosis de tres gramos por 3.78 litros, Spinetoram 6 SC a una dosis de cinco centímetros cúbicos por 3.78 litros. Aproximadamente a los 90 dds en adelante, fue aplicado el insecticida de manera preventiva a base de Acefato 97 SG, a una dosis de 10 gramos por 3.78 litros para el control de la Polilla de la papa *Tecia solanivora* que en su estado de larva hacen galerías en los tubérculos propiciando así las pudriciones. La polilla es más frecuente en época seca que en época lluviosa, por lo cual se realizaron tres aplicaciones en las últimas semanas buscando la protección de los tubérculos ya formados y en su tamaño final.

Figura 5. Larva de *Agrotis spp* encontrada en el campo afectando las plantas del ensayo de papa a los 15 dds. (Junio)



Fuente: El autor

Manejo de Fitopatógenos

El método de control de enfermedades de las plantas que mejor aplicación tiene en el campo implica el uso de compuestos químicos que inhiben la germinación, el desarrollo y la reproducción de los patógenos. **(Agrios, G. N. 1989.)**

El tizón tardío, causado por el oomiceto *Phytophthora infestans*, es el principal problema biótico para la producción de papa a nivel mundial. Es una enfermedad policíclica, con varios ciclos de infección **(ver figura 6)** y de producción de inóculo durante la misma estación de cultivo. Así, se espera que la infección se incremente proporcionalmente tanto en el inóculo inicial como en el nuevo inóculo producido durante la estación del cultivo. **(Agrios, G. N. 1989.)**

El manejo para este hongo se dio mediante el control químico con aplicaciones preventivas y curativas en las semanas que se daba un constante cambio de las condiciones del clima ya que favorecía el crecimiento del inóculo. La

primera aplicación de fungicida de forma preventiva fue aproximadamente a los 15 dds cuando los brotes de los tubérculos ya habían germinado en los diferentes bloques. Para esta se aplicaron dos productos a base de Metalaxil 68 WP a una dosis de 20 gramos por 3.78 litros y Mancozeb 80 WP a una dosis de 20 gramos por 3.78 litros. De los 35 dds en adelante se aplicaron productos dos veces por semana cuatro días mezclados con insecticidas y coadyuvante con el objetivo de asperjar una sola mezcla química. Los productos en rotación, que se utilizaron tenían como objetivo curar las plantas ya que las constantes lluvias favorecieron el crecimiento del hongo asperjando así los productos a base de Dimetomorph, Chlorothalonil 60 SC a una dosis de 20 centímetros cúbicos por 3.78 litros, Chlorothalonil 72 SC a una dosis de 25 gramos por 3.78 litros, Dimethorph 69 WP a una dosis de 25 gramos por 3.78 litros , Mancozeb 80 WP a una dosis de 20 gramos por 3.78 litros, Cymoxanil 72 WP a una dosis de 50 gramos por 3.78 litros. Estas aplicaciones se dieron aproximadamente hasta los 100 dds, cuando ya las plantas estaban secando y alcanzando su senescencia.

Figura 6. Muestra del síntoma del Tizón Tardío encontrado durante la evaluación de las variedades de papa provenientes de la Asociación de papas de Estados Unidos (Potatoes USA) a los 45 dds (Julio)



Fuente: El autor

Cosecha

Aproximadamente a los 110 dds, fueron chapeadas manualmente las plantas de los bloques experimentales, con el objetivo de propiciar la tuberización y facilitar la cosecha, ya que estas alcanzaron su senescencia además los tallos caídos, impiden el trabajo de la cosecha. La cosecha se dio a los 120 dds, de forma manual con la ayuda de azadones, tomando así solamente los dos surcos centrales de cada unidad experimental con el objetivo de evitar el efecto de borde, luego se seleccionaron los tubérculos por tamaño, tomando así su peso con la balanza en kg, para su posterior análisis estadístico.

3.2.1 Diseño experimental

Las pruebas de evaluación de rendimiento requieren de la comprensión del diseño de bloques completamente al azar (DBCA). Para la mayoría de las evaluaciones estándar se recomienda el uso de tres o cuatro repeticiones. En el diseño DBCA, todos los tratamientos (clones/ variedades avanzadas) son agrupados en bloques uniformes de igual tamaño. **(CIP, 2010.)**

En el presente ensayo se utilizó el diseño de bloques al azar con tres repeticiones y 12 variedades de papa como tratamientos, dando un total de 36 unidades experimentales en total. **(Ver figura 7)**

Se realizó un análisis de Varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey, mediante el software estadístico SAS.

Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la observación del tratamiento ij

μ = la media general

β_i = efecto del bloque (repetición) i

T_j = efecto del tratamiento (variedad) j

E_{ij} = error experimental.

Tratamientos (variedades)

-  Jacqueline Lee
-  Golden Globe
-  Crimson Red
-  Colorado Rose
-  Cal White
-  Chieftain
-  Huckel Berry Gold
-  Defender
-  Yukon Gem
-  Sebec
-  Sierra Gold
-  Testigo : Granola

Figura 7. Representación de la distribución de las Variedades en campo en el ensayo (Julio).



Fuente: El autor

3.2.2 Caracterización de las Variedades

Estos datos presentan las características físicas de las variedades, utilizando el protocolo del IDIAP. **(Gutiérrez A, 2009)**.

- ✚ Forma del tubérculo: Para esta variable se describe la forma de la papa, si es oval, redonda, alargada, aplanada.
- ✚ Ojos: para esta variable se describe si los ojos son superficiales o hundidos.
- ✚ Piel: para esta variable se describe el color de la piel de las papas.
- ✚ Pulpa: para esta variable se toman los colores de la pulpa, la cual toman distintos colores debido a la composición de pigmentos.

Para tomar el color de la pulpa se seccionaron los tubérculos **(ver figura 8)**

Figura 8. Tubérculo de la variedad Chieftain luego de ser seccionado longitudinalmente para su caracterización varietal (Agosto).



Fuente: El autor

Figura 9. Muestra del sistema de preparación de suelo en el área de mayor pendiente del ensayo Evaluación de variedades de papa provenientes de la Asociación de papas de Estados Unidos (Potatoes USA) Junio.



Fuente: El autor

3.3 Variables a evaluar

Incidencia del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*.)

Esta variable se mide como incidencia y no como resistencia, ya que se utilizaron fungicidas para el control del hongo. Para estudiar la resistencia no se realizan aplicaciones de fungicidas o poca aplicación en lo que el genotipo demuestra su resistencia y supervivencia bajo estas condiciones. La incidencia de esta enfermedad fue evaluada en campo con lecturas semanales que se tomaron aproximadamente desde los 38 dds, hasta los 90 dds, cuando las aplicaciones de los fungicidas disminuyeron y las plantas empezaban a entrar en su etapa de senescencia. Las lecturas se tomaron todos los miércoles dando así un total de 9 lecturas. La metodología para la toma de datos fue mediante la observación utilizando la escala de 1-100. Según la afectación del patógeno en las plantas ubicadas en los surcos centrales, así mismo se tomaba el valor. La afectación que se tomaba para los datos experimentales fueron síntomas del Tizón Tardío en las hojas mostrando manchas húmedas irregulares de color verde inicialmente claro, mayormente cerca del ápice y en los márgenes de las hojas, se encontraban manchas grandes de color marrón oscuro, lesiones necróticas, un micelio blanquecino formado por esporangios del patógeno. Además se tomaron síntomas del Tizón Tardío en los tallos, con lesiones de color pardo claro o pardo oscuro en los tallos o lesiones que volvían los tallos quebradizos.

Las lecturas que fueron tomadas se utilizaron para su posterior registro y análisis estadístico.

Rendimientos

En esta variable se separaron por categoría los tubérculos para su posterior análisis estadístico en rendimiento comercial, rendimiento de semilla y rendimiento total. Para esta se utilizaron los datos de los pesos en kilogramos, obtenidos en la cosecha de los dos surcos centrales de cada unidad experimental.

- ✚ Rendimiento comercial: A partir de la selección de los tubérculos con un aproximado de 45 a 50 milímetros.
- ✚ Rendimiento de la Semilla: A partir de la selección de los tubérculos con un diámetro aproximado de 35 a 45 milímetros.
- ✚ Rendimiento total: A partir de la suma del rendimiento comercial más el rendimiento de la semilla.

Valores de la gravedad específica en los tubérculos

Se estimó el valor de la gravedad específica de los tubérculos. Después de 24 horas de la cosecha con el fin de evitar las mermas, los tubérculos libres de enfermedades y daños, sin pelarlos fueron utilizados para la determinación de sólidos totales mediante la metodología de la gravedad específica, de peso en aire/peso en agua. Este método requirió del uso de una pesa equipada con un gancho en la parte inferior con el objeto de sostener una canasta, el cual fue sumergido en agua. La canasta de metal sobre la pesa se calibró a cero, se colocaron más de 10 libras de papa de tamaño comercial en la canasta y se pesaron, registrando el dato como peso en aire. Luego estas papas se

sumergieron en agua con la canasta de metal (**ver figura 10**) y se pesó nuevamente, registrando el dato como peso en agua. Se calculó la gravedad específica con la siguiente fórmula:

Gravedad específica = (peso en aire) / (peso en aire - peso en agua)

Los resultados de esta variable se utilizaron para su posterior análisis estadístico. Los valores de la gravedad específica fueron transformados a porcentaje de materia seca tomado de **Houghland G.V.C 1966 (ver anexo III)**

Figura 10. Inmersión de los tubérculos de las variedades de papa para determinar el contenido de sólidos totales mediante la valoración de la gravedad específica (Agosto)



Fuente: El autor

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados y la discusión de la investigación, con el propósito de facilitar una mejor comprensión de los datos obtenidos, se confeccionaron cuadros y gráficas disponibles para la consulta.

Las condiciones ambientales durante los meses en que se llevó a cabo la investigación, las prácticas agronómicas realizadas en la parcela y el control de patógenos permitieron un buen desarrollo vegetativo de las plantas y de los tubérculos.

Caracterización de las variedades

La descripción física de los tubérculos describe las características obtenidas en cada variedad, en la que se encuentran el color de la piel, color de la pulpa, la profundidad de los ojos y la forma. Estas características son propias, en muchos casos resultantes de los programas de mejoramiento genético, además de algunas características que pueden estar influenciadas por el medio en el que se desarrollan como la preparación del suelo que influye en el desarrollo y forma del tubérculo. El color de la piel y color de la pulpa pueden ser utilizadas como una alternativa para un mejor mercadeo y publicidad de los tubérculos, las variedades con características físicas del tubérculo similares a la Granola, que es la más consumida en el país, son la Golden Globe, Jacqueline Lee, y la Yukon Gem (**Ver cuadro II**), estas características pueden resultar útiles al momento de introducirlas al consumidor panameño para su aceptación. Igualmente las papas con el color de piel roja o piel púrpura son

atractivas y llamativas para muchos consumidores. Otras de las características muy importantes para tomar a la hora de utilizar una variedad de papa es la forma y profundidad de ojos, ya que estos puede facilitar o alterar el proceso de manipulación y pelado.

CUADRO II: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS TUBÉRCULOS.

Variedad	Color de piel	Color de la pulpa	Profundidad de los ojos	Forma
Golden Globe	Amarilla	Amarilla	Superficiales	Ovalada
Jacqueline Lee	Amarilla	Amarilla	Superficiales	Ovalada
Colorado Rose	Roja	blanca	Hundidos	Ovalada
Chieftain	Roja	Blanca	Hundidos	Ovalada
Defender	Blanca	Blanca	Hundidos	Alargada
Crimson Red	Roja	Blanca	Hundidos	Ovalada
Sierra Gold	Chocolate	Amarilla	Superficiales	Ovalada
Granola	Amarilla	Amarilla	Superficiales	Ovalada
Sebec	Blanca	Blanca	Superficiales	Ovalada
Yukon Gem	Amarilla	Amarilla	Superficiales	Ovalado
Huckel Berry Gold	Púrpura	Amarilla	Superficiales	Redonda
Cal White	Crema	Blanca	Hundidos	Alargada

Fuente: El autor.

Incidencia del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*.)

Fue identificado como la principal enfermedad y el agente causal de la afección ocurrida durante el ciclo del cultivo para algunas variedades. Los datos de esta variable fueron transformados con la fórmula $\sqrt{\% + 0.5}$ con el objetivo de reducir el coeficiente de variación. Se recomienda como transformación adecuada cuando algunos de los valores están por debajo de 10 o aún por debajo de 15 y especialmente cuando hay ceros (**Stell R, et al 1988**).

En el resultado del Análisis de la Varianza (ADEVA) para la variable de Incidencia del Tizón Tardío, existió diferencia altamente significativa entre las variedades (**F > valor p**), sin embargo, la misma no afectó el nivel de confiabilidad del experimento, al presentar un coeficiente de variación de 16.30 por ciento. (**Ver cuadro III**)

CUADRO III. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA) DE LA VARIABLE INCIDENCIA DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans*).

Fuentes	Grados	Suma de	Cuadrado	F	Valor p.
De	de	Cuadrados	medio	calculada	
Variación	Libertad				
Modelo	13	8.12827254	0.62525173	28.40	<0.0001**
Variedad	11	8.1153289	0.73775655	33.51	<0.0001**
Repetición	2	0.01295055	0.00647528	0.29	0.7481
Error	22	0.48442416	0.2201928		
Total	48	16.74097615			
C.V					
					16.30%

** : Diferencia altamente significativa

Fuente: El autor

Según el análisis de comparación de medias (ver cuadro X) la variedad Defender obtuvo un valor de 1.95 por ciento seguida de la variedad Sebec con 1.48 por ciento, las variedades restantes obtuvieron valores muy bajos, ya que fueron infectadas a pequeña escala. Aunque las variedades evaluadas mostraron diferencias significativas, todas muestran medias con porcentajes muy bajos en cuanto a la distribución de la infección en la población.

Rendimiento comercial

La selección de la papa comercial está basada en el diámetro del tubérculo con una medida aproximada de 45-50 milímetros, siendo este el producto de mayor importancia económica y que le genera al productor un margen de ganancia. En el resultado del Análisis de la Varianza (ADEVA) para la variable del rendimiento comercial, existió diferencia altamente significativa entre las variedades (**F > valor p**), sin embargo, la misma no afectó el nivel de confiabilidad del experimento, al presentar un coeficiente de variación bajo de 20.13 por ciento (**ver cuadro IV**).

**CUADRO IV: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA)
DE LA VARIABLE RENDIMIENTO COMERCIAL.**

Fuentes De Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Valor p.
Modelo	13	942.58	72.51	6.21	<0.0001**
Repetición	2	274.55	137.27	11.76	<0.0003**
Trat	11	668.04	60.73	5.20	<0.005**
Error	22	256.90	11.68		
Total	35	1199.48			
C.V 20.13%					

** : Diferencia altamente significativa

Fuente: El autor

Según el análisis de comparación de medias (**ver cuadro X**) la variedad Chieftain obtuvo los mayores promedios en rendimiento con 25.73 kilogramos por parcela, seguida en orden descendente por Golden Globe, Yukon Gem, Sebec, Cal White y Jacqueline Lee, no observándose diferencia significativa entre las mismas, pero sí con el testigo nacional Granola y la variedad Crimson Red que reportó los valores más bajos con 10.48 kilogramos por parcela.

Rendimiento de la Semilla

La selección del tubérculo para semilla se da igualmente a partir del diámetro del mismo que va de 35 a 45 milímetros. Esta es la papa que en muchos casos constituye una fuente de dinero, dando un margen de ganancia ya que algunos productores venden semilla, además de la seguridad de tener el germoplasma que le brindará al productor la posibilidad de llevar a cabo una nueva siembra

a un menor costo. El Análisis de la Varianza (**ver cuadro V**) para la variable del rendimiento de la semilla, mostró que existió diferencia significativa entre las variedades y entre bloques (**F > valor p**), incidiendo esto en el nivel de confiabilidad del experimento, al presentar un coeficiente de variación de 31.21 por ciento. Este efecto pudo haberse dado por la diferencia de gradientes de fertilidad del suelo debido a la topografía inclinada de la parcela experimental (**ver figura 9**), la misma tendencia observada en los datos obtenidos en el rendimiento comercial, donde los valores entre el primero y tercer bloque era notorio (**ver anexo II**).

CUADRO V: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA) DE LA VARIABLE RENDIMIENTO DE LA SEMILLA.

Fuentes De Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Valor p.
Modelo	13	118.54	9.10	2.04	<0.00673*
Repetición	2	46.67	23.33	5.23	<0.0139*
Trat	11	71.87	6.53	1.46	<0.2145*
Error	22	98.15	4.46		
Total	35	216.69			

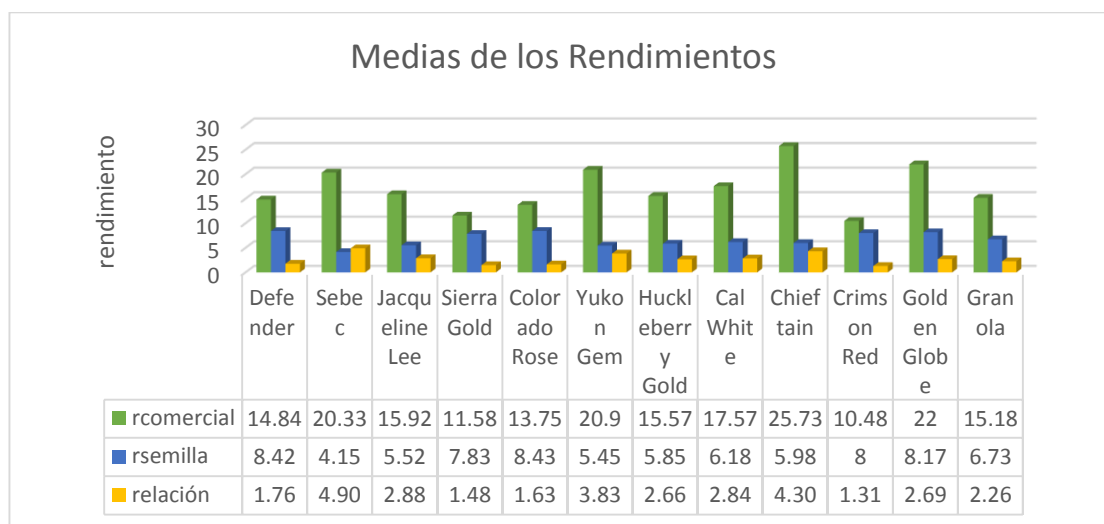
C.V 31.21%

*: Diferencia significativa

Fuente: El autor

Según el análisis de comparación de medias (**ver cuadro X**) las variedades no difieren entre sí estadísticamente, sin embargo la relación de producción de papa comercial versus papa de semilla resultó mayor para la variedad Sebec seguida de la Chieftain con 4.89: 1 y 4.30: 1 respectivamente. (**Ver gráfica I**)

GRÁFICA I. RENDIMIENTO COMERCIAL, SEMILLA Y RELACIÓN SEMILLA PRODUCCIÓN POR VARIEDAD.



Fuente: El autor.

Rendimiento Total

Este dato se obtuvo de la sumatoria del rendimiento comercial más el rendimiento de la semilla de cada variedad. En el resultado del Análisis de la Varianza (ADEVA) para la variable del rendimiento total, existió diferencia altamente significativa entre las variedades (**F > valor p**), sin embargo, la misma no afectó el nivel de confiabilidad del experimento, al presentar un coeficiente de variación bajo de 10.58 por ciento (**Ver cuadro VI**)

**CUADRO VI: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA)
DE LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL.**

Fuentes De Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Valor p.
Modelo	13	596.72	45.90	7.32	<0.0001**
Repetición	2	103.24	51.62	8.24	<0.0021**
Trat	11	493.48	44.86	7.16	<0.0001**
Error	22	137.88	6.27		
Total	35	734.60			

C.V. 10.58%

** : Diferencia altamente significativa

Fuente: El autor

Según el análisis de comparación de medias (**ver cuadro X**) existe una diferencia altamente significativa, obteniendo la variedad Chieftain la media más alta con 31.72 kilogramos, no difiriendo de las variedades Golden Globe con 29.23 kilogramos, Sebec con 38.48 kilogramos y Yukon Gem con 26.35 kilogramos, pero difiriendo del resto de los tratamientos.

Rendimientos Totales en Toneladas/Hectárea

Estos datos fueron tomados de una conversión de los rendimientos de las unidades experimentales por variedad a hectárea y se transformó los kilogramos del rendimiento total a toneladas. La utilización de estas variedades de papa bajo estas condiciones de ambiente y de manejo agronómico, nos muestran que la variedad Chieftain es la más alta con 22.65 toneladas por hectárea (**ver cuadro VII**), dando una relación del rendimiento total versus la

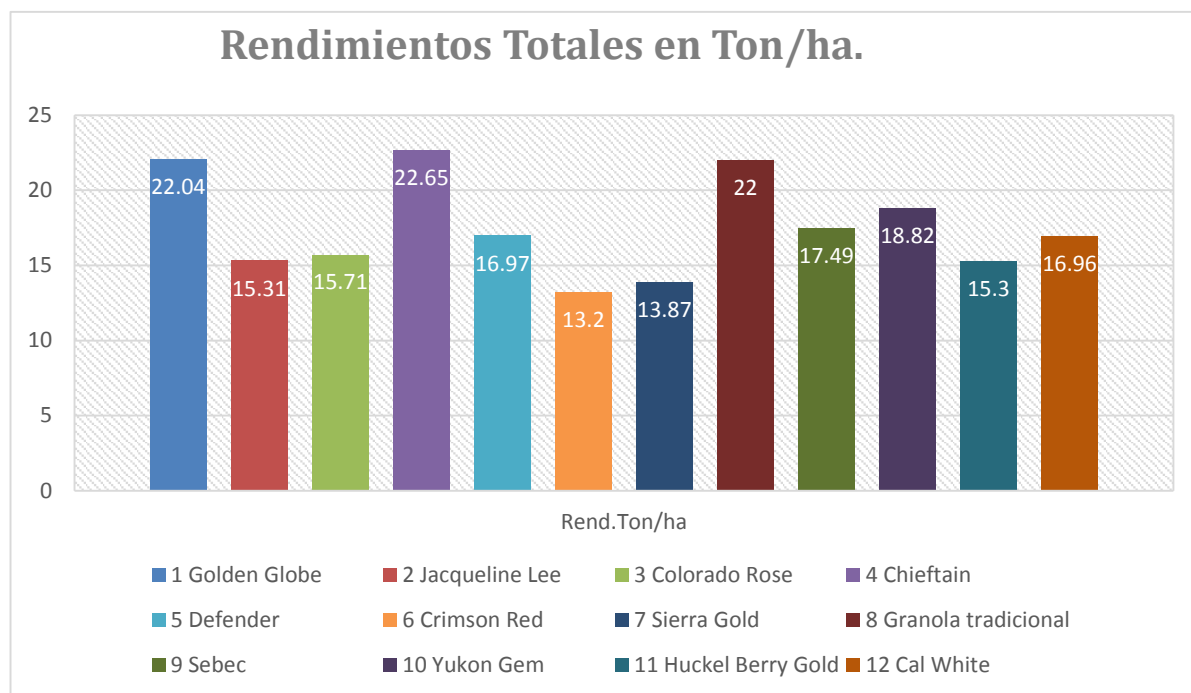
semilla sembrada de 11.3-1. Esta superioridad sobre las otras es debida a que los tubérculos tuvieron un buen desarrollado y tamaño homogéneo en la cosecha. Este resultado al igual que el de la variedad Golden Globe con 22.04 toneladas por hectárea son aceptables de manera provisional, para la continuidad en la investigación, al ser comparada con los rendimientos tradicionales obtenidos por los productores del área con la variedad Granola procedente de Alemania, con rendimientos reportados entre 20- 50 toneladas por hectárea. **(IDIAP 2009)** Las variedades restantes de la investigación obtuvieron rendimientos muy bajos en toneladas por hectárea en comparación con la variedad Granola **(ver cuadro VII)** sembrada en el área de Tierras Altas de la provincia de Chiriquí.

Cuadro VII: RENDIMIENTOS TOTALES DE LAS VARIEDADES EN TONELADAS POR HECTÁREA.

#	Variedad	Rend.Ton/ha
1	Golden Globe	22.04
2	Jacqueline Lee	15.31
3	Colorado Rose	15.71
4	Chieftain	22.65
5	Defender	16.97
6	Crimson Red	13.2
7	Sierra Gold	13.87
8	Granola trad.	22
9	Sebec	17.49
10	Yukon Gem	18.82
11	Huckel Berry Gold	15.3
12	Cal White	16.96

Fuente: El autor.

GRÁFICA II. RENDIMIENTO TOTAL EN TONELADAS POR HECTÁREA.



Fuente: El autor

Rendimiento de la gravedad específica

Se tomó el contenido de la materia seca o el porcentaje de sólidos totales de los tubérculos, mediante la metodología de la gravedad específica. En los resultados del Análisis de la Varianza (ADEVA) para la variable de la gravedad específica de las variedades, existió diferencia altamente significativa entre las variedades (**F > valor p**), sin embargo, la misma no afectó el nivel de confiabilidad del experimento, al presentar un coeficiente de variación bajo de 0.34 por ciento, mostrando así un buen manejo de los tubérculos en la toma de datos de la gravedad específica. **(Ver cuadro VIII).**

CUADRO VIII: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA) DE LA VARIABLE GRAVEDAD ESPECÍFICA.

Fuentes	Grados de	Suma de	Cuadrado	F	Valor p.
De	Libertad	Cuadrados	medio	calculada	
Variación					
Modelo	11	1.4	1.2	9.64	<0.0001**
Trat	11	1.4	1.2	9.64	<0.0001**
Error	24	3.1	1.3		
Total	35	1.7			
C.V 0.34%					

** : Diferencia altamente significativa

Fuente: El autor

Según el análisis de comparación de medias (**ver cuadro X**) existe una alta diferencia significativa ya que la variedad Defender obtuvo el mayor valor en el porcentaje de la gravedad específica, seguido en orden descendente y sin diferir entre sí por la variedad Cal White, Sebec, Crimson Red, Colorado Rose, Sierra Gold, y Jacqueline Lee. Esto contrasta con los resultados obtenidos en rendimiento, donde las variedades arriba mencionadas obtuvieron los valores más bajos, a excepción de la Sebec. Las variedades restantes no tienen diferencia significativa la cual la variedad testigo es igual que las otras variedades evaluadas en la investigación.

Gravedad específica a contenido de sólidos totales (materia seca)

Los valores de la gravedad específica transformados a contenido de sólidos totales es el porcentaje de la materia seca contenida en los tubérculos (**ver cuadro IX**). La variedad Defender y Cal White obtuvieron el valor más alto con un 19.2 por ciento. Las variedades restantes poseen porcentajes de materia seca de 17 por ciento y 16 por ciento. El consumo por la calidad del tubérculo se puede recomendar bajo los siguientes criterios: porcentaje de sólidos totales mayores del 18 por ciento, es utilizado para consumo y la industria de papas fritas. El porcentaje de sólidos totales menores del 17 por ciento, es utilizado para consumo fresco y la industria de purés. Este porcentaje se encuentra relacionado en muchos casos a la fertilización, al contenido y a la expresión genética de las mismas variedades al momento de los cruces.

Los resultados mostraron que los mayores rendimientos fueron obtenidos por las variedades Chieftain y Golden Globe, sin embargo de acuerdo a su porcentaje de sólidos totales estos tendrían su utilidad para consumo fresco y la industria del puré. La variedad Defender y Cal White mostraron buenos porcentajes de sólidos totales, que las hacen aptas para la industria de papas fritas, sin embargo sus rendimientos fueron bajos en comparación a las primeras.

CUADRO IX. VALORES DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA A CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES (MATERIA SECA).

Variedad	Gravedad Específica	% Materia Seca
Golden Globe	1.04	16.2
Jacqueline Lee	1.06	17.4
Colorado Rose	1.06	17.4
Chieftain	1.05	16.4
Defender	1.07	19.2
Crimson Red	1.06	17.4
Sierra Gold	1.06	17.4
Granola	1.05	16.4
Sebec	1.06	17.4
Yukon Gem	1.05	16.4
Huckel Berry	1.05	16.4
Gold		
Cal White	1.07	19.2

Fuente: El autor.

CUADRO X: COMPARACIONES DE MEDIAS DE LAS VARIABLES EVALUADAS.

Variedad	Incidencia Del Tizón Tardío (%)	Rendimiento Comercial	Rendimiento Semilla	Rendimiento Total	Gravedad Específica
Defender	1.95 A	14.84 BCD	8.42 A	23.76 BCD	1.07 A
Sebec	1.48 B	20.33 ABCD	4.15 A	24.48 ABCD	1.06 ABC
Jacqueline Lee	1.40 BC	15.92 ABCD	5.52 A	21.43 CD	1.06 BCD
Sierra Gold	1.01 C	11.58 CD	7.83 A	19.42 CD	1.06 BCD
Colorado Rose	1.01 C	13.75 BCD	8.43 A	22 BCD	1.06 ABCD
Yukon Gem	1.05 CB	20.90 ABC	5.45 A	26.35 ABC	1.05 DE
Huckel Berry Gold	0.50 D	15.57 BCD	5.85 A	21.42 CD	1.05 CDE
Cal White	0.50 D	17.57 ABCD	6.18 A	23.75 BCD	1.07 AB
Chieftain	0.50 D	25.73 A	5.98 A	31.72 A	1.05 CDE
Crimson Red	0.50 D	10.48 D	8.00 A	18.48 D	1.06 ABC
Golden Globe	0.50 D	22 AB	8.17 A	29.23 AB	1.04 E
Granola	0.50 D	15.18 BCD	6.73 A	21.92 BCD	1.05 CDE

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

Fuente: El autor.

5. CONCLUSIONES

1. las variedades con características físicas del tubérculo similares a la Granola, que es la más consumida en el país, son la Golden Globe, Jacqueline Lee, y la Yukon Gem, estas características pueden resultar útiles al momento de introducirlas al consumidor panameño para su aceptación.
2. Todas las variedades evaluadas mostraron medias con porcentajes muy bajos en cuanto a la incidencia de la infección del Tizón Tardío en las plantas de papa, bajo las condiciones de clima y manejo químico del experimento.
3. Las variedades Chieftain y Golden Globe demostraron ser las más prometedoras de las variedades evaluadas, sin embargo estas igualan y no superan a la variedad Granola utilizada por los productores de la región en cuanto a rendimiento total por hectárea.
4. Los resultados mostraron que los mayores rendimientos fueron obtenidos por las variedades Chieftain y Golden Globe, sin embargo de acuerdo a su porcentaje de sólidos totales estos tendrían su utilidad para consumo fresco y la industria del puré. La variedad Defender y Cal White mostraron buenos porcentajes de sólidos totales, que las hacen aptas para la industria de papas fritas, sin embargo sus rendimientos fueron bajos en comparación a las primeras.

6. RECOMENDACIONES

1. Realizar otras investigaciones con todos los genotipos (variedades) de papas en otra época y condiciones ambientes de tierras altas.
2. Realizar un trabajo de investigación en donde se incluya la variedad Sierra Gold ya que a la misma le faltó al ciclo vegetativo un periodo de 30 días, limitando su potencial de producción.
3. Establecer un manejo del suelo con prácticas de conservación, con el objetivo de evitar la erosión y los gradientes de fertilidad heterogéneos.
4. De las variedades evaluadas en esta investigación se debe confirmar los resultados obtenidos en las variedades Chieftain y la Golden Globe, por sus rendimientos totales iguales a Granola (testigo Nacional) y las variedades Defender, Cal White por su contenido de sólidos totales.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrios, G. N. 1989. Fitopatología. México: Editorial Limusa. Pág. 56.

Bryan E, Jackson M. Meléndez, N. 1983. Rapid Multiplication Techniques for Potatoes, Boletín técnico no.135, CIP, Perú, pág.15.

Carrillo, Moreno, D. Franco Fierro G. 2003. Manual de Papa para Productores, Corpoica, Colombia, pág.80.

Centro Internacional De la Papa. 2010. Procedimientos para Pruebas de Evaluaciones Estándar de Clones Avanzados de Papa, CIP, Perú, 151 págs.

Cesar P. 2016. Agrícola el Llano, Entrevista personal sobre la cotización de Productos químicos para la investigación, Cerro Punta, Panamá Consultado el 3 de marzo de 2016.

Coyne, D.L., Nicol, J.M. and Claudius-Cole, B. 2007. Practical plant nematology: a field and laboratory guide. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Cotonou, Benin.90 págs.

Candanedo E, Muñoz J, 1997. Plagas y enfermedades del cultivo de la papa. IDIAP, Panamá. 25 págs.

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 2006. la Papa un Cultivo Tradicional que sigue siendo Alternativa, FHIA, Honduras, pág. 4.

FAO (Organización De Las Naciones Unidas Para la Agricultura y La Alimentación). 1997. Un cultivo Estratégico, (en línea), Roma, Consultado el 24 de marzo de 2016. Disponible en <http://www.fao.org/potato/es/lapapa/cultivo>.

Gutiérrez A. 2015. Investigación Desarrollo de Variedades de Papa para Agro-Ecosistemas Diversos de la República Panamá, IDIAP, Panamá, pág.2-5.

Gutiérrez A. 2009. Producción Artesanal de Tubérculos Semilla de Papa en Campos de Productores de Panamá, IDIAP, Panamá, 18 págs.

Gutiérrez A. 2009. Variedades de Papa en Panamá, IDIAP, Panamá, 10 págs.

Gutiérrez A. 2012. Resumen de Investigaciones sobre el Cultivo de la Papa en Cerro Punta, IDIAP, Panamá, pág. 8.

Gutiérrez A, Muñoz J. 2009. Manual técnico el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en Panamá. IDIAP, Panamá. 50 páginas.

Guarín, S. Ñustes, C. Ospina, J. 1998. Estudio de la Fertilidad en 81 Genotipos de la Colección Colombiana de *Solanum phureja*, (en línea), Corpoica, Colombia Consultado el 24 de marzo de 2016. Disponible en www.Dane.gov.com/Investigaciones./insumos_pdf

Hopkins, Z. 1989. Administración Rural, Instituto Interamericano de las Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica, pág. 72.

Houghland G.V.C, 1966. New conversión table for specific gravity, dry matter, and starch in potatoes. American Potato Journal, 43:138.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias Inia. 2010. Preparación de suelos, (en línea), Chile, consultado el 2 de agosto del 2016. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36478.pdf>

Instituto de Investigaciones Agropecuarias Inia. 2015. Fertilización del cultivo de la papa, (en línea), Chile, consultado el 2 de agosto del 2016. Disponible en <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2015/07/2-24-REMEHUE-Fertilizaci%C3%B3n-papa.pdf>

Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá IDIAP. 2015. Producción de Plantas con el sistema SAH. Panamá. Banner informativo.

Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá IDIAP. 1995. Tecnología, Manejo del Cultivo de la Papa. IDIAP, Panamá. 35 págs.

Jaramillo, A.1983. La papa control de sus enfermedades en América Latina Florida. Estados Unidos, Rohm and Haas Company, 23 págs.

Kuehn, D.Stanley 1989. El cultivo de la papa. Guatemala. Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola. Folleto Técnico no 6. 17 págs.

Meza, E. 2005. Producción de Papa con Semilla Sexual (anafase), Trabajo De Grado Para Obtener el Título de Ingeniero Agrónomo, Tegucigalpa, Honduras, Zamorano, pág. 12.

Ochoa, D. 1991. Los Andes Cuna de la Papa, (en línea), Perú, consultado el 24 de marzo de 2016. Disponible en www.cauqueva.org.ar/archivos/Varietades-de-papas-andinas.pdf

Scott, G.1995. El Comercio Exterior de la Papa en América latina, CIP, Perú pág. 92.

Steel R, et al 1988. Bioestadística Principios y Procedimientos. Segunda Edición, McGraw-Hill. México. Pág 227.

Rodríguez, R. 1990. Evaluación de variedades de líneas avanzadas de papa en la región de Cerro Punta. Panamá, Idiap.112 págs.

ANEXOS

ANEXO I. CROQUIS CON LA ORIENTACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN LOS BLOQUES.

Cal White 12	Yukon Gem 10	Sebec 9	Granola 8	Chieftain 4	Huckel Berry Gold 11	Jacqueline Lee 2	Sierra Gold 7	Golden Globe 1	Defender 5	Colorado Rose 3	Crimson Red 6
Colorado Rose 3	Jacqueline Lee 2	Golden Globe 1	Crimson Red 6	Defender 5	Granola 8	Cal White 12	Sebec 9	Yukon Gem 10	Huckel Berry Gold 11	Chieftain 4	Sierra Gold 7
Cal White 12	Huckel Berry Gold 11	Yukon Gem 10	Sebec 9	Granola 8	Sierra Gold 7	Crimson Red 6	Defender 5	Chieftain 4	Colorado Rose 3	Jacqueline Lee 2	Golden Globe 1

Fuente: El autor

ANEXO II. DATOS DE CAMPO SOBRE LOS RENDIMIENTOS.

Variedades	Rendimiento Comercial				Rendimiento Semilla			
	I Repetición	II Repetición	III Repetición	total (kg)	I Repetición	II Repetición	III Repetición	total (kg)
Golden Globe	18.5	18.5	29	66	9.35	12.35	2.8	24.5
Jacqueline Lee	12.2	18.2	17.35	47.75	7.6	4.55	4.4	16.55
Colorado Rose	11.2	14.75	14.75	40.7	7.8	8.75	8.75	25.3
Chieftain	19.7	29.4	28.1	77.2	9.95	4	4	17.95
Defender	12.23	13.6	18.7	44.53	9.5	7.6	9.65	26.75
Crimson Red	9.1	12	10.35	31.45	7.7	7.75	8.55	24
Sierra Gold	7.05	10.35	17.35	34.75	9.05	10.5	4.4	23.95
Granola	10.55	17.9	17.1	45.55	7.35	6.05	6.8	20.2
Sebec	17.1	20.5	23.4	61	6.75	2.85	2.85	12.45
Yukon Gem	13.3	27.8	21.6	62.7	9.35	3.8	3.2	16.35
Huckel Berry Gold	9.9	21.25	15.55	46.7	7.95	3.7	5.9	17.55
Cal White	16	24	12.7	52.7	7.35	5.4	5.8	18.55
Total	156.83	228.25	225.95	611.03	99.7	77.3	67.1	244.1

Fuente: El autor

ANEXO III. TABLA DE CONVERSIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA, MATERIA SECA (%) Y ALMIDÓN EL TUBÉRCULO DE PAPA. HOUGHLAND G.V.C 1966.

Gravedad específica	Materia seca	Almidón (%)
1.04	16.2	10
1.05	16.4	10.5
1.06	17.4	11.41
1.062	17.8	11.78
1.064	18.1	12.07
1.066	18.5	12.45
1.068	18.9	12.83
1.07	19.2	13.11
1.072	19.6	13.49
1.074	20	13.87
1.076	20.4	14.25
1.078	20.8	14.63
1.08	21.2	15
1.082	21.5	15.29
1.084	21.8	15.57
1.086	22.2	15.95
1.088	22.6	16.33
1.09	23	16.71
1.092	23.3	17
1.094	23.7	17.3
1.096	24.1	17.75
1.098	24.5	18.13

Fuente: El autor