



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS AGRARIAS



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CENTRO UNIVERSITARIO
MUNICIPAL ABREUS

TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Selección varietal según aspectos agronómicos y fitosanitarios de *Solanum tuberosum* (L.) en jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita

Autor: Marlene Ramírez Vives

Tutor: MSc. Niarfi Morejón López

Curso 2021-2023

Año 64 de la Revolución

PENSAMIENTO



“...y la agricultura es la que alimenta al hombre; es la que no solamente alimenta, sino que viste y calza al hombre. Y para un país subdesarrollado, para un país pobre, la necesidad fundamental, la primera necesidad es satisfacer perentoriamente, es la necesidad de alimentarse, la necesidad de vestirse y la necesidad de calzarse”...

18 de diciembre de 1966. Graduación en Camagüey, de los primeros 425 Técnicos del Plan de Enseñanza Tecnológica de Suelos, Fertilizantes, y Ganadería en Cuba

AGRADECIMIENTO

Agradecer es un gusto. Al que peca se le olvida (...) No hay hermosura mayor que el agradecimiento...

José Martí

A mi amigo Niarfi Morejón López, por su ayuda desinteresada.

A mi familia toda, en especial a mi mamá Miguelina, mi hermana Mayelin, por ser las personas que más me han comprendido y acompañado en la vida.

A manolo, su amor me acompaña, siempre alerta y dispuesto, por conservar la ternura y creer en mis proyectos.

A la familia de mi consultante Niarfi por resistir las horas de visita y acompañarme en este proceso.

A todos los profesores que participaron en mi formación como Ingeniera Agrónoma

A mi amiga Madelaine por confiar en mí y brindarme su ayuda desinteresada.

A la profe María Rosa por estar cuando más la necesité.

Al Coordinador de la carrera Ingeniería Agrónoma, profesor Julio García por su confianza y apoyo en el proceso de la investigación.

A todas las personas que siempre estuvieron al tanto. Imposible mencionarlos a todos, pero ocupan un lugar en mi corazón... Gracias

DEDICATORIA

Dedicar es distinguir, en un conjunto de incentivos y oportunidades que nos da la vida, una visión regresiva de las personas para no llegar a la indiferencia y al olvido.

A mi mami que esta obra la gesté con su alma, salió de mi corazón y siempre ha estado presente en cada una de mis decisiones, marcha a mi lado, me protege, es mi guía espiritual, mi ejemplo como ser humano.

A mis hijos y nietos, principal aliento en todas mis decisiones

A TODOS LOS QUE CREYERON EN MÍ

RESUMEN

Evaluar aspectos agronómicos y fitosanitario de *Solanum tuberosum* (L.) en jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita permite conocer las variedades que poseen criterios de selección para extensiones futuras. La investigación se desarrolló en 12 variedades de la Empresa GERMICOPA, plantadas en áreas de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Cuba Libre”, en campo de la finca “La Prosperidad”. Las evaluaciones se realizaron durante la duración de la campaña agrícola 2020-2021 sobre un suelo de tipo genético; Ferralítico Amarillento Lixiviado. Bajo un diseño experimental de bloques al azar en el que se garantizó el riego por aspersión a través de máquina Kubans con sistema de pivote central, durante la evaluación de aspectos agronómicos fueron objetos; el porcentaje de emergencia e indicadores que determinan el rendimiento de cada variedad, número y peso de tubérculos por plantas y cantidad de tubérculos con característica fisionómicas de comercialización que incluye condiciones fitosanitarias y cosmeticidad del mismo; así como la determinación de la incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary chequeando 100 plantas en diagonal y zigzag, obteniendo la distribución ponderada en cada variedad. Como resultado se obtiene que los indicadores agronómicos evaluados en las variedades de la Empresa GERMICOPA favorecen la elección de la variedad Naima para completar el ciclo de extensiones de las variedades en la Empresa Agropecuaria Horquita, así como las variedades Naima, Delila, y Loanne presentan características genómicas que impiden la aparición de síntomas de *Phytophthora infestans* no siendo así en el resto de las variedades.

Palabras claves. Aspectos fitosanitarios, Aspectos agronómicos, fisionómicas, genómicas e incidencia

Summary

Assess agronomic and phytosanitary aspects of *Solanum tuberosum* (L.) In the garden of varieties of the Agricultural Company Horquita allows to know the varieties that have selection criteria for future extensions. The research was carried out on 12 varieties of the GERMICOPA Company, planted in areas of the Basic Cooperative Production Unit (UBPC) "Cuba Libre", in the field of the "La Prosperidad" farm. The evaluations were carried out during the duration of the 2020-21 agricultural year, on a soil of genetic type; leached yellowish Ferralitic. Under an experimental design of random blocks in which the irrigation by spraying through Kubans machine with central pivot system was guaranteed, during the evaluation of agronomic aspects were objects; the emergency rate and indicators determining the yield of each variety, number and weight of tubers by plants and quantity of tubers with a physical marketing characteristic that includes plant health conditions and cosmetic conditions; As well as the determination of the incidence of *Phytophthora infestans* (Mont) of Bary by checking 100 plants in diagonal and zigzag, obtaining the weighted distribution in each variety. As a result, the agronomic indicators evaluated on the varieties of the GERMICOPA Company favor the choice of the Naima variety to complete the cycle of extensions of the varieties in the Horquita Agricultural Company, as well as the Naima, Delila, And Loanne have genomic characteristics that prevent the appearance of symptoms of *Phytophthora infestans*, not being so in the rest of the varieties.

Keywords. Phytosanitary aspects, Agronomic, physiomic, genomic aspects and incidence

ÍNDICE

	Contenidos	Pág.
	RESUMEN	
	INTRODUCCIÓN	1
	CAPÍTULO I: Revisión bibliográfica: Aspectos agronómicos y fitosanitarios de Solanum tuberosum (L.)	5
1.4.2	Plantación	11
	CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS:	25
2.1	Evaluación de aspectos agronómicos de porcentaje de emergencia e indicadores que determinan el rendimiento de solanum tuberosum (L.) En jardín de variedades de la empresa agropecuaria horquita.	25
2.2	Determinación incidencia de Phytophthora infestans (Mont) de Bary como aspecto fitosanitario de Solanum tuberosum (L.) en Jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita	29
	CAPITULO III	32
3.0	Resultados y Discusión	32
3.1	Evaluación los aspectos agronómicos de porcentaje de emergencia e indicadores que determinan el rendimiento de Solanum tuberosum (L.) en jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita.	32
3.2	Determinación incidencia de Phytophthora infestans (Mont) de Bary como aspecto fitosanitario de Solanum tuberosum (L.) en Jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita.	37
	CONCLUSIONES	42
	RECOMENDACIONES	43
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

Introducción

La especie *Solanum tuberosum* (L.) papa es el cuarto cultivo alimenticio en orden de importancia a nivel mundial, después del *Triticum* (L.) trigo, *Oriza sativa* (L.) arroz y *Zea mayz* (L.) el maíz, se encuentra entre los diez alimentos más importantes producidos en los países en vías de desarrollo (López, 2017).

La papa es de gran demanda por la población cubana, por sus aportes en proteínas, minerales y vitaminas, de ahí que años atrás se le denominara la reina de las viandas. Se cultiva en más de 130 países del mundo, cubriendo un área mayor de 18 millones de hectáreas, con una producción anual de 315 millones de toneladas, superada solamente por tres cultivos: trigo, arroz y el maíz, representando la mitad de la producción mundial de raíces y tubérculos (MINAG, 2016).

Campos et al. (2003) señalan que siendo el continente americano el lugar físico de origen de esta *solanácea*, y por ende su nicho eco fisiológico, ha sido ampliamente superada por otras regiones productoras en el mundo.

Para (United Nations, Centro Internacional de la Papa, y FAO 2009) es el cultivo de más rápido crecimiento en regiones en desarrollo (Forbes, 2012). En Ecuador, la producción de papa aporta el 7 % del producto interno bruto agrícola; abarcan el 7 % de la población agrícola económicamente activa. Según el INEC, (2020) se siembran unas 20.626 ha de papa a lo largo del callejón interandino (entre los 2700 a 3400 msnm) (Montero & Delgado, 2021). La producción alcanza unas 275.346 t año⁻¹ (Villacrés et al. 2017). Se la usa principalmente para comercializarla en mercados locales y regionales y para la subsistencia de pequeños agricultores (50 % de los productores) que ocupan el 19 % del área sembrada; además es la base de la alimentación de los pobladores de los Andes ecuatorianos (Kromann et al. 2011).

En Cuba ocupa el primer lugar entre las raíces y tubérculos, ocupando un lugar importante en la dieta de la población (Martínez, et. al., 2017). Su consumo supera a los 25 kg por habitante/año (Zulzer, 2008). En el país son plantadas entre 13 y 15 variedades procedentes de Europa, además se someten a evaluación más de 100 nuevas variedades, provenientes de programas de mejoramiento de Holanda, Francia,

Alemania, Estados Unidos y Canadá, los cuales encuentran su mayor apoyo en los bancos de germoplasma de este cultivo a nivel mundial (Salas et al. 2009).

Cuba, desde el año 1983 hasta la actualidad, planta cada año como promedio 12 809,43 hectáreas, siendo el año récord en hectáreas plantadas la campaña 1990/1991 con 18 428,30 hectáreas, obteniendo como promedio en estos 43 años una producción de 241 mil 248.68 toneladas; el récord en producción se obtuvo en la campaña 2000/2001 con 372 mil 681,7 toneladas, donde en ese mismo año se rompió el récord de almacenamiento en frigorífico con 196 mil 946,70 toneladas; los rendimientos promedios de estos años fueron de 18,35 t/ha-1, siendo el año récord la campaña 2001/2002 con 25,9 t ha-1 (MINAG, 2022).

Castellanos, (2012) considera que entre los factores que afectan la producción de papa en Cuba se encuentra los problemas fitosanitarios y el costo económico en su erradicación y la disponibilidad de semillas que sean capaces de adaptarse a las condiciones edafo-climáticas del país.

Aspectos como, tubérculos, semilla de calidad, el número de tallos y la densidad de plantas están entre los factores, que, en óptimas condiciones de manejo, permiten al cultivo expresar su potencial productivo, unido a las características propias de la variedad. Estos aspectos cada día adquieren más importancia dentro del contexto productivo comercial. (Bonierbale et al. 2010)

Existen miles de variedades con grandes diferencias de tamaño, forma, color, textura, cualidades y sabor. Las introducidas en Cuba anualmente para ser estudiadas poseen altos potenciales de rendimiento; sin embargo, no todas responden de igual manera a las condiciones edafo-climáticas del país, de aquí que se establezcan por regiones bancos de reproducción de variedades, los cuales para los cuales se tienen en cuenta una guía metodológica centralizada que presupone la selección de variedades con altos potenciales de rendimientos en ambientes específicos y/o general para cada región o localidad del país, teniendo en cuenta la estabilidad y adaptabilidad de las mismas y su tolerancia a las principales plagas (MINAG, 2019).

El Jardín de Variedades de la papa, contribuye al desarrollo de la producción del tubérculo. Este sitio es un espacio agrícola en el que, bajo condiciones de un diseño

experimental, se prueban diversas variedades de papas. Aquí se mide el comportamiento fisiológico del tubérculo ante los factores bióticos (plagas y enfermedades), y los abióticos como el clima (Bonierbale et al. 2010).

Yanes, (2012) plantea que entre los patógenos cosmopolitas con mayor criterio de vigilancia fitosanitaria en el cultivo de la papa en la Empresa Agropecuaria Horquitas es *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary conocido por Tizón tardío por su propiedad de convertirse en epidemia y ocasionar severos daños económicos en el cultivo.

El jardín de variedades debe ubicarse en los principales sistemas productivos bajo diferentes condiciones edafo-climáticas y sirven de referencia para establecer las extensiones de las mejores variedades y, por lo tanto, la estructura varietal de cada zona papera y del país.

Naranjo, (2015) plantea que un productor de papa, puede producir su propia semilla y obtener una mejor cosecha mediante la selección de las mejores plantas y almacenando su cosecha por separado. La práctica del descarte, puede mejorar la eficiencia de esta técnica, requiriéndose solamente la habilidad del agricultor para reconocer los síntomas de las enfermedades que atacan al cultivo de papa.

El jardín de variedades debe ubicarse en los principales sistemas productivos bajo diferentes condiciones edafo-climáticas y sirven de referencia para establecer las extensiones de las mejores variedades y, por lo tanto, la estructura varietal de cada zona papera y del país.

El municipio de Abreus provincia de Cienfuegos, planta papa desde más de cuatro décadas y durante los últimos 10 años se han dedicado áreas para la evaluación de las potencialidades productivas de más de 90 variedades de papa, su aporte a la ciencia ha servido para la introducción de nuevas variedades con mayor rendimiento y resistencia a factores bióticos presentes en nuestro territorio.

En la campaña 2021-2022 se plantaron en áreas de la Empresa Agropecuaria Horquitas 78 variedades de papa para la búsqueda de variedades con criterios de selectividad de nuevas compras y de esta manera ampliar el espectro varietal de este cultivo en áreas paperas del país.

Teniendo en cuenta lo anterior nos proponemos el siguiente problema científico.

Problema Científico

¿Cuál de las variedades según aspectos agronómicos y fitosanitario de *Solanum tuberosum* (L.) en jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita poseen criterios de selección para extensiones futuras?

Hipótesis

Si se evalúan los aspectos agronómicos y fitosanitario de *Solanum tuberosum* (L.) en jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita entonces se podrán seleccionar las de mejores criterios para futuras extensiones.

Objetivo General

Evaluar aspectos agronómicos y fitosanitario de *Solanum tuberosum* (L.) en jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita que poseen criterios de selección.

Objetivos específicos

- 1.0 Evaluar los aspectos agronómicos de porcentaje de emergencia e indicadores que determinan el rendimiento de *Solanum tuberosum* (L.) en jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita.
- 2.0 Determinar incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary como aspecto fitosanitario de *Solanum tuberosum* (L.) en Jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita

CAPÍTULO I: Revisión bibliográfica: Aspectos agronómicos y fitosanitarios de *Solanum tuberosum* (L.)

- ***Ubicación taxonómica y características botánicas de *Solanum tuberosum* (L.)***

Melian & Velázquez (2020); precisan que *Solanum tuberosum* (L.) es una especie del género *Solanum* que junto a otras especies son agrupadas en la familia *Solanaceae*, identificada en la Subclase *Asteridae* de la clase *Magnolipsida* dentro de la división *Magnoliophyta* del gran reino vegetal.

Olivares & Hernández, (2019) son del criterio que el sistema radical de la papa no presenta raíz principal que se destaque de las restantes, la mayor parte de ellas se desarrollan profundo. Esta característica depende de la composición genética de la variedad y de la coyuntura agroclimática. La extrema proximidad de las raíces a la superficie del suelo debe tenerse en cuenta en la labranza. Las labores profundas pueden ser muy destructivas para las raíces y trastornar el equilibrio entre la raíz y la parte aérea, lo que da como resultado un decrecimiento notorio en la producción. Algunas raíces muestran una clara tendencia a dirigirse hacia abajo, lo cual es característico en el proceso normal del desarrollo.

La planta de papa posee un tallo principal y a veces varios de ellos, según el número de yemas (grelos) que hayan brotado del tubérculo. Estos son de sección angular y en las axilas de las hojas con los tallos se forman ramificaciones secundarias. Las hojas son alternas, las de la primera etapa del cultivo son de aspecto simple, después vienen las compuestas, imparipinnadas de color verde más o menos intenso con 3 o 4 pares laterales y una terminal. Las flores se reúnen en inflorescencias cimosas en las extremidades del tallo. Su fruto es una baya redondeada de color verde que se torna amarilla al madurar, con más de 200 semillas medio blancas y aplanadas (Olivares & Hernández, 2019).

El tubérculo procede del ensanchamiento de tallos subterráneos. Desarrolla precisamente en el extremo opuesto de la inserción del estolón tuberífico. Para Olivares & Hernández, (2019). La forma del tubérculo depende de la variedad, el suelo y del

clima y puede ser alargada, ovalada y redondeada. La masa feculenta puede ser amarilla o blanca, aunque también existen variedades rojas o violetas.

Este propio autor plantea que las papas de masa amarilla y blanca son las más apetecidas por el hombre. Las yemas (ojos). son más numerosas en el extremo del tubérculo más distante de la inserción de este con el tallo, que se denomina corona y en la que se observa una depresión redondeada. Estos ojos o yemas están dispuestos en espiral. Investigaciones realizadas demuestran que algunas semanas después de la emergencia de las plantas de papa, se inicia el crecimiento del tubérculo y que una vez que se haya establecido la relación entre los tubérculos jóvenes en el desarrollo y el follaje, el crecimiento de estos se produce a un ritmo más o menos constante, el cual no solo depende de la duración del día, la temperatura, etc.; sino también de la disponibilidad de agua.

- ***Períodos de crecimiento y fases de desarrollo***

De acuerdo con Olivares & Hernández, (2019) el ciclo biológico de la papa comprende cuatro períodos diferenciados que se producen en épocas distintas según el clima y la variedad.

Primer período: comprende desde la plantación del tubérculo hasta la brotación, este lapso depende de la variedad de la papa y de la preparación a que se sometan los tubérculos con el objetivo de aproximar la madurez fisiológica a la fecha de recolección. El tubérculo en condiciones adecuadas de humedad y a temperaturas de 12 y 22 °C emite raicillas y después, tallos cortos que al crecer llegan a la superficie.

Segundo período: comprende desde la brotación hasta que los tubérculos alcanzan un diámetro de 0,5 cm. Durante este período crecen el sistema radical y el aéreo, y las hojas alcanzan gran desarrollo; este es tanto más rápido cuanto mayores sean la temperatura y el grado higrométrico. Para el desarrollo es necesario que las raíces dispongan de abundantes elementos nutritivos en forma asimilable, ya que, si estos escasean, el crecimiento se restringe. Es un hecho comprobado que las plantas con pocos tallos producen escasos tubérculos de gran tamaño, y que lo contrario ocurre cuando existen cinco o seis tallos aéreos por pie de planta. En este período el suministro de agua frecuente creara las condiciones para un buen desarrollo.

Tercer período: comprende desde el comienzo de la formación del tubérculo hasta la floración. Se caracteriza por un aumento en el peso y tamaño del tubérculo. La porción aérea sufre un colapso vegetativo, lo que hace que al final de este período su crecimiento sea escaso o nulo. El tamaño y el número de los tubérculos que produce cada pie de planta dependen principalmente de la variedad y de la fertilización. Aunque por lo general se forma un solo tubérculo por cada estolón, factores negativos pueden provocar que los tubérculos se produzcan en forma de rosario, como resultado del estrangulamiento del tubérculo original. Este período es crítico en cuanto al suministro de agua al cultivo, ya que la asimilación de nutrientes por la planta aumenta según esta se desarrolla y, lógicamente, si carece de la humedad necesaria los rendimientos se ven afectados sensiblemente.

Cuarto período: comprende desde la floración hasta la recolección. La aparición de las flores coincide generalmente con el final del desarrollo de la parte aérea. La floración depende de la variedad, de la humedad del suelo y del grado higrométrico, pero no parece afectar el número y el tamaño de los tubérculos de cada planta. El final del período se conoce por el color amarillo que adquieren las hojas. Después estas se secan y el período termina con la casi desaparición de la parte aérea que llega a confundirse con el suelo. En Cuba la planta alcanza su estado óptimo de cosecha sin necesidad que las hojas se sequen, si no cuando toman un color amarillo pálido. Al final el tubérculo alcanza su máximo contenido en fécula, y casi desaparece la glucosa y los azúcares reductores.

En este momento el riego debe hacerse cuidadosamente, y no debe ser abundante, ya que puede predisponer los tubérculos a las pudriciones. De 7 a 10 días antes de la recolección llegará la ocasión de suspender el riego para proceder a la cosecha de los tubérculos ya maduros.

- ***Desarrollo y crecimiento del cultivo***

Una vez emergida la planta, y hasta que el follaje cubre todo el terreno disponible, la fotosíntesis neta conseguida es usada para el crecimiento general de la planta, tanto su parte aérea como radical y estolonífera. Prácticas agronómicas tendientes a lograr una mayor densidad de plantación, suministro adecuado de nutrientes, abastecimiento

oportuno de agua, clima con temperaturas entre los 18 y 25°C, una alta intensidad umínica y un gran número de yemas en el tubérculo-semilla, favorecen un desarrollo óptimo del cultivo en todas sus etapas (Ortuño & Vera, 2020).

Después de la emergencia, la parte aérea y las raíces se desarrollan simultáneamente. El crecimiento de los tubérculos se puede iniciar lentamente entre las 2 y 4 semanas después de la emergencia y continúa en forma constante a través del tiempo (Weldt, 1996).

- **Crecimiento del follaje**

En las primeras etapas del ciclo de las plantas, el crecimiento es sostenido por las reservas acumuladas en el tubérculo. La gran cantidad de reservas que este contiene permite que en condiciones óptimas de temperatura entre 20 y 23 °C, la expansión del área foliar sea muy rápida. Al irse consumiendo las reservas y aumentando el área foliar fotosintéticamente activa, esta pasa a ser la fuente principal de asimilatos. El cultivo de papa en condiciones óptimas de crecimiento puede llegar a cubrir totalmente el suelo en 40 o 45 días después de la emergencia, alcanzando la mayor área foliar del ciclo, la que consideraremos como óptima. El crecimiento del follaje es resultado de dos procesos combinados: ramificación y la aparición de hojas y expansión o crecimiento de las hojas. En la planta de papa la yema apical del tallo, luego de la producción de un número de hojas variables se diferencia en una yema floral. La cantidad de ramificaciones y el número de hojas que se produzcan depende de la duración del período de aparición de hojas y de la tasa de aparición de las mismas. Cuanto más largo sea el período de aparición de hojas, mayor cantidad de ramificaciones (pisos o niveles) se producirán. A mayor temperatura (hasta 26 y 28 °C) mayor será la tasa de aparición de hojas (Ortega & Chávez, 2017).

- **Factores que determinan el inicio de la tuberización**

La formación de tubérculos (definido como inducción, iniciación, crecimiento y maduración de los tubérculos) es el proceso determinante en la formación de la cosecha de este cultivo, existen varios factores del ambiente y del manejo que afectan el inicio de la tuberización.

Fotoperíodo: La papa es una planta de día corto (DC) para la tuberización. Podemos decir que el acortamiento de los días (fotoperíodo corto) es un factor que estimula o acelera la entrada en tuberización, pero no determina este proceso. En condiciones de día largo (DL) (fotoperíodo creciente) inician la tuberización, aunque el largo de la 1ra etapa, a igualdad de condiciones de otros factores, será algo mayor con DL que con DC, o sea que podemos decir que la respuesta de este cultivo al fotoperíodo es una “respuesta cuantitativa” (Comber et al. 2022).

Temperatura: En el inicio de la tuberización, la disponibilidad de asimilatos o azúcares simples en la planta para el inicio de los tubérculos es fundamental. En la aparición del primer racimo floral en la planta, el inicio de la tuberización está afectado por la relación Fuente (disponibilidad de asimilatos) y la Fosa (follaje de la planta). Como la temperatura es uno de los factores fundamentales que afecta esta relación, tiene una gran influencia en la determinación del momento de inicio de la tuberización. A mayor temperatura (hasta 27 o 28 °C), mayor es la tasa de crecimiento potencial del follaje y por lo tanto mayor es su capacidad de consumir asimilatos disponibles. Antes del inicio de la tuberización y aún luego de iniciada, hasta que no hay varios tubérculos creciendo activamente en la planta, la principal fosa es el follaje, las condiciones que favorezcan el crecimiento de éste van a retrasar el inicio de la tuberización. Esto se debe a que las condiciones que favorecen un rápido crecimiento del follaje hacen que este consuma la mayor parte de los asimilatos disponibles (Quintana, 2020).

Por tanto, temperaturas por encima de 20 ° C no causan aumentos significativos en la TAN, pero si en la fuerza de fosa de la planta, baja la relación Fuente/Fosa y se retrasa el inicio de la tuberización. A su vez, a temperaturas por debajo de 17 °C, si bien tenemos una baja fuerza de fosa del follaje, la TAN es menor y también es menor la tasa de aparición y expansión de hojas que permita alcanzar una alta intercepción de la radiación en corto tiempo. Esto hace que a temperaturas por debajo de 17 °C también retrasen el inicio de la tuberización. Entre 17 y 20 °C no hay diferencias significativas (Fonseca, 2020).

Radiación incidente y disponibilidad de agua: Un estrés hídrico moderado durante la etapa de expansión del follaje (1ra y 2da etapa del cultivo), frena el crecimiento del

follaje y favorece la partición de asimilatos hacia el crecimiento de los tubérculos, sobre todo cuando ya existen tubérculos iniciados en la planta.

Este efecto del estrés hídrico puede interpretarse como un adelantamiento del fin del crecimiento del follaje a favor de la partición a los tubérculos. Esto puede resultar en un acortamiento del ciclo del cultivo que va acompañado de un incremento de la concentración de Ácido Abscísico (ABA) con detención del crecimiento vegetativo e incremento de reservas en los tubérculos (Jaramillo, 2022).

Densidad de plantación y edad fisiológica de la semilla: Con una alta cantidad de tallos por unidad de superficie, provocada por una alta densidad de plantación o por tubérculos semilla en un estado más avanzado de brotación (brotación múltiple), se logra cubrir el suelo por el follaje más rápidamente que con una baja densidad o semilla en estado de brotación apical. La competencia por luz entre tallos, a altas densidades, hace que la ramificación y aparición de hojas cese antes, y esto afecta en cierta medida el inicio de la tuberización, adelantándolo (Scheaffer et al. 1987).

- ***Fitotecnia del cultivo: Preparación de suelos***

En nuestro país prevalece el sistema convencional de preparación de suelo para establecer el cultivo de la papa, es por ello que el período de tiempo oscilará entre 60 y 90 días, dependiendo del cultivo precedente. Por lo general se aplica un herbicida de acción total para las áreas que lo requieran según el estado de enyerbamientos. De ser necesario la labor de chapea se realizará previa evaluación y aprobación del grupo técnico de papa de la empresa, antes de realizar la labor de rotura. De efectuarse, se realizará previa a la aplicación de herbicida y después de realizada la misma, debe esperarse entre 10 y 20 días para esperar el rebrote de las malezas, hasta una altura entre 10 y 15 cm. (Quintana et al. 2020).

De acuerdo con Olivares & Hernández, (2019) el suelo debe quedar bien mullido en la zona de tuberización que generalmente se encuentra comprendida entre 4 y 22 cm. Ello indica que no interesa de modo especial, mullir la superficie, pero si profundizar hasta 30 cm en los suelos algo fuertes o arcillosos.

- **Plantación**

De acuerdo con Quintana et al. (2020) la distancia de plantación, entre surcos, será de 0.90 m (camellón) y la profundidad a 10 cm; estando determinada la distancia entre plantas (narigón) por el calibre de la semilla y por el destino (consumo o semilla), utilizando tres métodos de plantación: manual, semi-mecanizado y mecanizado. Antes de realizar la plantación, se hará un riego profundo o “mine” de 3 o 4 días antes. Si este riego no fue uniforme, no se podrá plantar y se tendrá que repetir el mismo. No se pueden hacer plantaciones en seco.

Se prohíbe terminantemente plantar papa-semilla en estado de latencia (ciega o dormida). La plantación se realizará de manera tal que evitemos el desfase entre las plantaciones de una misma área. Se plantarán, en las máquinas de pivote central, variedades que su ciclo vegetativo sean similares para evitar plagas que atenten contra sus potenciales productivos. Se plantarán primero, preferentemente, las variedades de ciclo largo y después las de ciclo corto, con el objetivo de que cada variedad logre cumplir su ciclo vegetativo y exprese su potencial productivo.

La semilla se ubicará en el centro del cantero. Luego de realizada la plantación, se hará el retape, no más de cuatro horas después. El implemento tapador tiene que tener el número de órganos en relación con la plantadora, para impedir que se corran las hileras de semillas del centro de los canteros; al igual que tener la cadena para la conformación trapezoidal del cantero. La semilla tiene que quedar tapada inmediatamente después de ser plantada. Antes de realizar la plantación el campo tiene que estar correctamente fertilizado con la fórmula completa.

- **Número de tallos**

Uno de los factores agronómicos más importante en la producción de papa está determinado fundamentalmente por el tamaño del tubérculo que se utilizará en la plantación y por el número de brotes que éste posea (Vander Zaag, 1987). Según Wiersema (1981) el número óptimo de tallos por planta, para obtener los mejores rendimientos, varía de una variedad a otra y este a su vez está determinado por el número de brotes plantados, no obstante, es muy importante la consistencia de estos, método de plantación y condiciones del terreno.

Según Quintana et al. (2020) de forma tradicional la densidad de los cultivos se ha expresado por el número de plantas por unidad de áreas, el cultivo de la papa consta de dos componentes: números de planta por unidad de área y números de tallos por plantas; el propio autor señala que la verdadera densidad del cultivo está dada por el resultado de la densidad de plantas, por su número de tallos y que este a su vez describe mejor la densidad.

La densidad de tallos, se refiere como tallos principales por metros cuadrados y crece directamente de un tubérculo madre, depende del lecho del tubérculo semilla y del método de siembra: Un daño leve en los brotes reduce el número de tallos, los laterales que se ramifican de los principales son generalmente poco productivos y no se consideran cuando se determina densidad de tallos. La cantidad de tallos por área es una vía para incrementar la cantidad de plantas en un área dada con menor uso de semillas (Rojas, 2003).

- **Cultivos y Aporques**

Entre los 20-35 días de plantados los campos se le realizarán las labores de cultivos y aporques necesarios para lograr al final del cierre del campo esté libre de malezas, pudiéndose realizar los aporques mecanizados o con tracción animal, así como mantener las periferias y guardarrayas libres de malezas (Manobanda, 2020).

- **Riego**

Es reconocida ampliamente la importancia del riego para el cultivo de la papa en las condiciones edafoclimáticas en que se desarrolla en Cuba, dado principalmente por realizarse en la época de seca donde las precipitaciones solo aportan el 20 % de la lluvia total del año y en muchas ocasiones de forma irregular, por lo que el productor nunca debe arriesgarse a realizar una plantación de papa si no dispone de un sistema de riego confiable y la cantidad de agua suficiente y con la calidad requerida.

Este cultivo es muy exigente al manejo cuidadoso del agua desde sus inicios en la fase de brotación (mine) y después con la máxima demanda de agua en la fase de tuberización-engrose del tubérculo, siempre que sea posible se deben utilizar las tecnologías de riego más avanzadas para poder garantizar dichas exigencias. Es

importante que la humedad no descienda por debajo del 85 % del límite superior de agua disponible en el suelo y en caso de disponer de tensiómetros la tensión no debe ser menor de 30 kPa.

- **Fertilización**

Se realizará de acuerdo a los criterios y principios del Servicio Agroquímico, Para ello se tendrán en cuenta los factores siguientes: contenido de nutrientes en el suelo, rendimientos planificados y tipo de suelo.

La fertilización inicial o del fondo se realiza con la formula completa 9-13-17 con las dosis recomendadas. Se efectuará por bandas antes de la plantación, previo al mine, de forma tal que el fertilizante quede localizado por debajo del tubérculo-semilla. La fertilización nitrogenada complementaria se realiza a base de urea (46-0-0), esta se puede realizar de dos formas: de forma edáfica, entre los 25-35 días de plantada, previa al cultivo y el riego y con el fertirriego, que es la más eficiente, fraccionando la dosis en 4 momentos.

Con relación a los biofertilizantes y/o bioestimulantes los recomendados son: Fitomas-E, se aplica por aspersión al follaje de los cultivos a una dosis de 1 a 4 L ha⁻¹, pueden realizarse hasta tres aplicaciones durante el ciclo, se puede mezclar con herbicidas como el glifosato y 2,4 D (hormonales), así como con fungicidas.

El QuitoMax se aplica por aspersión foliar en dos momentos, en el crecimiento y prefloración del cultivo, se realizan dos aplicaciones cada una de 50 ml de producto por hectárea, se realizan a los 30 y 50 días después de plantada. El Nitrofix, se puede aplicar directamente al suelo o a la semilla, la aplicación a la semilla se puede realizar por imbibición o aspersión sobre la misma, se aplica asperjando directamente al suelo con el cultivo ya establecido en dosis de 40 L ha⁻¹ preparando una suspensión 1:5 (100 L diluido en 500 L de agua).

- **Protección fitosanitaria**

Para el cultivo se establece una estrategia que contempla la utilización de plaguicidas químicos y biológicos, así como medidas agrotécnicas que complementan la protección fitosanitaria, la cual sistemáticamente incorpora nuevos plaguicidas que han mostrado

probada eficacia sobre insectos plagas, enfermedades y malezas en el cultivo, así como mejoras en lo concerniente al costo-beneficio de la estrategia planteada.

Los plaguicidas previstos en las estrategias así como otros que se decidan incorporar por el Sistema Estatal de Sanidad Vegetal, tienen que estar registrados en la Lista Oficial de Plaguicidas de la República de Cuba y se emplearán cumpliendo las indicaciones de la ETPP, en correspondencia con los índices de la plaga en el caso de los insectos, o de forma preventiva, con presencia o cuando existan condiciones de clima favorables para la aparición y desarrollo en el caso de los agentes patógenos. Cada finca dispondrá de una libreta de Historial Fitosanitario actualizada, que contendrá la información básica de cada sistema o campo (variedad, número de certificados sembrados, fecha de siembra y fecha de brotación), la incidencia de plagas, las aplicaciones realizadas y la efectividad técnica lograda (Salomón & Acosta, 2020).

- **Cosecha y manipulación**

En Cuba, la papa debe ser cosechada antes de que se seque el follaje, hay que cosechar con las hojas verde (10%), o de lo contrario se originan pudriciones en el campo que hacen disminuir los rendimientos y conducen a pudriciones posteriores en su conservación. Estas, se producen por un acelerado despoblamiento de los almidones en azúcares y por las altas temperaturas del suelo.

- ***Factores que afectan la calidad de la papa para el procesamiento***

Existen diversos factores que influyen en la calidad para el procesamiento de la papa como: el tamaño y la forma del tubérculo, los daños y defectos, el contenido de materia seca, los azúcares reductores, el ennegrecimiento no enzimático, las condiciones climáticas, la variedad, la densidad de plantación, el abonado del suelo, el riego, la cosecha, la transportación y el almacenamiento.

Los productores de papas fritas prefieren tubérculos ovalados alargados con un tamaño superior de 50 mm. Para la producción de papas chips, se requiere de tubérculos redondos con un tamaño que oscile entre 40-60 mm. La manipulación desde la cosecha hasta la industria debe ser adecuada, para evitar los daños internos, ya que las células se rompen y se forman manchas marrones que impiden su elaboración; los defectos

internos tales como el corazón hueco o negro, resultan también indeseables. Uno de los problemas más importantes al que con frecuencia tiene que enfrentarse la industria es la mancha negra, que puede ocurrir por problemas de mala manipulación en la cosecha, transportación y el almacenamiento (Monteros & Delgado, 2021).

Otros factores como la variedad, fertilización nitrogenada y potásica influyen en el grado de afectación. Las variedades que poseen altos contenidos de materia seca son más propensas a la mancha negra. Para la producción de papas fritas, se prefiere un contenido de materia seca entre 20-24 %, para la producción de papa chips entre 22-24 %. Otro de los factores son los azúcares reductores, que se determinan en gran parte por el color del producto frito: cuanto mayor sea el contenido de azúcares reductores, más oscuro será el color de la fritura; los valores permisibles son menores de 0.5 % del peso fresco.

Las condiciones climáticas, como la temperatura y duración del día, influyen marcadamente en la calidad y, según lo informado por la literatura, la temperatura óptima para la producción está entre 15-25°C durante el día y por debajo de 12°C por la noche. Otro factor importante es la maduración de los tubérculos; se necesitan tubérculos maduros para la industria, por lo que hay que tener cuidado en la selección de las variedades para las condiciones cubanas, evitando utilizar variedades tardías, ya que se cosecharían tubérculos inmaduros que no estarían aptos para la industria.

La fertilización es de suma importancia, ya que tanto el nitrógeno como el potasio tienden a reducir el contenido de materia seca cuando se aplican en grandes cantidades, y el nitrógeno en altas dosis afecta adversamente el color y ennegrecimiento no enzimático. El agua es esencial; durante el crecimiento del tubérculo una disponibilidad controlada evita que se produzca un descenso de la calidad, debido a la aparición de grietas, deformidad y vidriosidad del tubérculo. En el momento de la cosecha, el cultivo debe tener buena maduración y evitar daños al tubérculo al igual que en la transportación y el almacenamiento.

- Formación del rendimiento

El rendimiento del cultivo de papa es función de la tasa de crecimiento de los tubérculos y de la duración del período de crecimiento de los tubérculos. Si no existen limitantes de

agua y nutrientes o factores reductores como enfermedades o plagas, otros de los factores de los cual depende es la radiación interceptada por el follaje del cultivo, la temperatura y la concentración de CO₂.

Según Sukul et al. (2021) la cantidad de follaje formado por el cultivo no solo afecta la tasa de crecimiento de los tubérculos, sino que también tiene efecto en la duración del período de crecimiento de éstos. El fin del ciclo de crecimiento de los tubérculos está marcado por la senescencia del follaje. En la medida que exista un período más largo de ramificación, aparición de hojas nuevas y expansión del follaje, se puede alcanzar un IAF más alto y se retrasa en el tiempo la senescencia del follaje, alargando así el ciclo del cultivo. Las condiciones del ambiente y del manejo (fotoperíodo, temperatura, disponibilidad de nutrientes) que atrasen el inicio de la tuberización, favorecen una mayor producción de follaje, alargan el ciclo del cultivo y aumentan el potencial de rendimiento.

- ***Producción de papa***

Actualmente la producción mundial anual suma 321.9 millones de toneladas y cubre 18.6 millones de hectáreas para un rendimiento promedio de 17.3 t. ha⁻¹ (Garnica et al. 2010). China es el primer productor de papa a escala mundial con 73.7 millones de toneladas, seguida de la Federación Rusa con 36.4, India con 25.0 y Ucrania con 19.3 toneladas.

El sector dedicado al cultivo de la papa en el ámbito mundial está en transición, la mayor parte de la producción provenía de Europa y el área ocupada por la Unión Soviética, pero esta situación se está modificando rápidamente. A principios de la presente década, 30 % de la producción mundial correspondía a los países en vías de desarrollo, cifra que representa un aumento considerable en relación con 11 % de principios de la década de los sesenta del pasado siglo; si esta tendencia se mantiene en menos de una generación, la mayor parte de la papa producida en el mundo será cosechada en Asia, África y América Latina; como consecuencia de ello, el cultivo de la papa se está convirtiendo en una fuente cada vez más importante de alimento, empleo rural e ingresos para la población de estas regiones, que registran un constante aumento.

En América Latina, el crecimiento de la producción en las últimas cuatro décadas fue de 2.3 % anual, donde el aumento de la productividad se consideró como el principal responsable, ya que la superficie cultivada solo creció en una tasa de 0.2 % anual (Ezeta, 2002).

En Cuba ocupa el primer lugar entre las raíces y tubérculos, se plantan cada año entre 10 000 y 15 000 ha, con un rendimiento medio entre 18 y 25 t ha⁻¹, y una producción anual de 300 000 t (Estévez et al. 2005). Ocupa un lugar importante en la dieta de la población, con un consumo superior a los 25 kg por habitante/año (Zulzer, 2008). En el país son plantadas entre 13 y 15 variedades procedentes de Europa cada año, además se someten a evaluación más de 100 nuevas variedades, provenientes de programas de mejoramiento de Holanda, Francia, Alemania, Estados Unidos y Canadá, los cuales encuentran su mayor apoyo en los bancos de germoplasma de este cultivo a nivel mundial (Salas et al. 2009).

La utilización de la papa, según informes del CIP y FAO (1995), es como sigue: del total de la producción obtenida, 51 % es destinado a la alimentación humana, 21 % a la alimentación animal, 13 % a semilla, 7 % a procesamiento industrial y 8 % para otros fines. Se ha observado un decremento del consumo per cápita a nivel mundial, fundamentalmente en países de Europa occidental, Europa oriental y Rusia, mientras que en los países en vías de desarrollo se nota un incremento en Asia y África. En el caso de América Latina y el Caribe, aunque se informa disminución de consumo, se aprecia que en países como Brasil, Colombia, Cuba y México aumenta el consumo per cápita.

- **Problemas fitosanitarios**

El cultivo de la papa es afectado en sus diferentes fases fenológicas así como en diferentes órganos de la planta (tubérculos, tallos, hojas, flores y fruto botánico) por diversas plagas que incluyen fundamentalmente *Myzus persicae* (Sulzer) y *Aphis gossypii* (Glover) áfidos, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) ácaro, dípteros *Liriomyza trifolii* (Blanchard) y en los últimos años se adicionó una plaga de gran importancia económica en el área, el *Thrips palmi* (Karny), que se ha convertido en la más importante del cultivo (Deroncelé et al. 2000), portadores de más de 100 virus, los que

pueden ocasionar pérdidas en el rendimiento y afectar la calidad de la cosecha; cuatro de ellos, PLRV, PVY, PVX y el viroide del tubérculo ahusado de la papa (PSTVd), son los más importantes (Sukul et al. 2021).

Los hongos son especies de gran importancia y en papa logran afectar severamente las especies *Rhizoctonia solani* (Kuhin), *Phyitium* spp. ocasionando el *Damping off* y en sistemas de reproducción por tubérculos *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (tizón tardío)

- **La *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en papa**

Phytophthora infestans (Mont. de Bary) (tizón tardío) ha sido un microorganismo patógeno nombrado durante más de 150 años y aún continúa "emergiendo", con miles de artículos publicados cada año sobre la enfermedad del tizón tardío que causa en la papa, pues la devastación causada por el patógeno continúa apareciendo en nuevos lugares o con sorprendente intensidad. Además, las poblaciones de *P. infestans* en todo el mundo están en flujo, con cambios que tienen implicaciones importantes para el manejo de la patología (Fry et al. 2015).

Es un patógeno de los oomicetos que causa el tizón tardío (Asad et al. 2022), evoluciona rápidamente y adaptándose al entorno del huésped (Hidalgo, 2017). El síntoma del tizón tardío puede destruir toda la planta. En las hojas se pueden observar cómo lesiones o manchas necróticas empapadas de agua de color marrón oscuro (Manobanda, 2020) y las condiciones favorables para desarrollar esta enfermedad son zonas y épocas lluviosas combinadas de días templados, temperaturas bajas entre 15 y 22 °C y cultivo de variedades susceptibles acompañado de alta humedad relativa mayor al 80%

La diseminación de esporas son una de las principales maneras de contagio, ya que, al realizar el riego de agua, el viento cumple el trabajo de esparcirlas (Cadena, 2018).

- **Reproducción y ciclo de vida**

Este patógeno se reproduce asexualmente. Su ciclo de vida generalmente comienza cuando los esporangios son transportados por el viento, aterrizando en el tejido vegetal y liberando sus zoosporas, los cual, se denomina germinación indirecta. Generalmente

no sobreviven viajes de larga distancia debido a la desecación y exposición a la radiación solar, por ende, las condiciones deben ser húmedas y frescas. Las esporas están biflageladas, presentando un flagelo largo como un latigazo que es característico de la oomicota y se propagan hasta que se enquistan en el huésped.

Cuando las condiciones de temperatura son más cálidas, tizón tardío infectará la planta por germinación directa, es decir, se formará un tubo germinativo a partir del esporangio y penetrará en el tejido del huésped, lo que le permitirá obtener nutrientes de su huésped. La reproducción sexual puede ocurrir cuando ambos tipos de apareamiento están presentes. Los núcleos de anteridio y oogonio se fusionarán en una oospora diploide, que se convertirá en un esporangio y el ciclo continuará como lo haría asexualmente (Tenelema, 2017).

- **Sintomatología**

En las hojas se pueden observar lesiones irregulares de tonalidad verde opaco generalmente desarrolladas en los filos y ápice de los folíolos que con el pasar del tiempo se aumentan velozmente, dando lugar a lesiones necróticas grandes de color pardo a negro rodeadas de un halo amarillento (Torres, 2002). En el haz y envés de las hojas se desarrollan un mildiú blanquecino, constituido por esporangioforos y esporangios. En la mayoría de las situaciones, las hojas que se encuentran en la base de la planta es donde comienza a presentarse estas infecciones distribuyéndose rápidamente hasta alcanzar la zona alta de la planta, formando focos de infección (Quintana et al ., 2020).

En cambio, en los tallos, los síntomas se localizan en el tercio medio o superior de la planta con coloración oscuras continuas, con la posibilidad de cubrir los 10 cm de longitud o superiores a este. Los trabajadores al transitar y realizar ciertas actividades culturales, pueden quebrar los cultivos con facilidad ya que la consistencia de la planta se torna quebradiza y frágil. Además, las brisas al ser fuertes también influyen ruptura de la planta (Torres, 2002).

- **Métodos de Control**

Jaramillo, (2022) menciona que para evitar el desarrollo del tizón tardío en el Ecuador utilizan especies de *Solanum tuberosum* (L.) con características de resistencia con el fin de mejorar genéticamente estas variedades para un alto rendimiento vegetativo denominado un método de control genético.

Quintana, Fonseca, Melian & Velázquez (2020); Quintana, Fonseca, Melian, & Velázquez (2020); mencionan que el control químico abarca el uso de productos sintéticos que permiten controlar infecciones ocasionadas por enfermedades de las patatas, disminuyendo la patología antes o después de su aplicación en cultivos, sin embargo, ocasiona efectos adversos en el consumo alimenticio de los seres humanos y daños en el entorno.

En el control biológico ocurre la disminución de la densidad de los inóculos o las acciones de fabricación de enfermedades de un patógeno o parásito en su estado dinámico o estático, por parte de uno o más organismos, que se logra de forma natural o mediante la alteración del entorno, el huésped o el antagonista (Asad, 2022).

- **Incidencia y severidad en hojas**

Incidencia: Porcentaje de hojas cubierta por síntomas

Severidad: Porcentaje de superficie de la hoja cubierta por síntomas La incidencia consiste en evaluar el porcentaje de hojas infectadas por planta realizando una cuantificación total de las hojas, seguida por una cuantificación de las hojas infectadas (Rivera & Martínez, 2019)

La severidad permite determinar el porcentaje del área del tejido infectado mediante un diagrama visual y una escala diagramática. Estos aspectos fueron descritos por James (1971) y ha sido citado por Gabriel et al. (2020) quien plantea que si durante el muestreo se encuentran 3 a 5 lesiones pequeñas el porcentaje de distribución está en (1%); si el número de mancha está en el rango de 10 a 15 entonces el porcentaje estará de 2 a 10 por ciento, ya cuando las lesiones provocadas por la enfermedad ocupan las zonas intermedias de las plantas y su número de aparición es de 10 a 15 entonces el nivel de daño alcanza 3 a 25 por ciento, si las manchas agrupadas ocupan

la mitad de una hoja en la planta entonces su distribución alcanza entre 4 y 50 por ciento en dependencia del nivel que se encuentren las manchas, describe además que si la superficie de la hoja presente mínima coloración verde en el momento de agrupación de las manchas en una hoja intermedia entonces los porcentos se establecen en un 75 por ciento, de la misma forma llegará a 100 por ciento cuando la agrupación abarque la totalidad de la hoja en cada nivel

- **El tizón tardío: epidemiología y factores de influencia**

Este microorganismo del reino *Cromista* (*Estramenófila*) (Fry, 2015; Gupta & Thind, 2018, y Agrios, 2005,). Su ciclo de vida tiene dos fases: sexual (para su diversidad genética) y asexual, responsable del tizón tardío. La fase asexual es influenciada por factores climáticos, bióticos y los fungicidas (Koli et al. 2019, y Chakraborty et al. 2000). La influencia del clima alcanza aspectos de la biología asexual de *P. infestans* (germinación de esporas, crecimiento micelial, esporulación), la epidemiología del tizón tardío (dispersión de esporas, cantidad de inóculo, etc.), la dinámica temporal-espacial de los fungicidas (penetración, lavado, degradación) y la fisiología de la planta de papa.

La extrema sensibilidad a pequeñas alteraciones del clima tiene importantes implicaciones sobre eventos del ciclo asexual (producción de esporangios, periodos de incubación y latencia cortos. Considerando la temperatura del aire, la germinación de esporangios es directa (6 – 24 °C) o indirecta (12 -16 °C) (Crosier 1934; Judelson & Blanco 2005, 49). la esporulación ocurre entre 19 y 22 °C, el crecimiento micelial a 10 °C se cuadriplica a 20 °C (Hartill et al. 1990). Así también, la precipitación, llovizna, neblina y bruma mojan el follaje y acumulan agua libre en la superficie foliar, posibilitando la producción, germinación y supervivencia de esporangios y zoosporas; sobre tejido seco la infección es imposible; humedades relativas del 90 - 100 % permiten abundante esporulación (Harrison, 1995) La elevada radiación solar (UV especialmente) de las montañas andinas afecta de forma particular la supervivencia de los esporangios (Melian,& Velázquez, 2020).

La temperatura del aire también influye etapas del desarrollo del tizón tardío como la supervivencia de esporangios (Harrison, 1995); a 15 °C, de 2 a 5 horas es suficiente para que la infección suceda (Harrison, 1995). La precipitación provoca la evaporación

y junto a la transpiración incrementan la humedad adyacente al follaje, la esporulación y en consecuencia la densidad de inóculo; si llega a condensarse favorece la infección (Gold et al. 2020; Judelson & Blanco, 2005); es más determinante la distribución, antes que la intensidad, de la precipitación. El viento favorece (diseminando esporangios) y limita (secando las hojas) el tizón tardío. La radiación solar modifica el microclima, en consecuencia, influencia la infección (Blanco et al. 2021).

La interacción entre temperatura del aire y humedad relativa, más preponderante para el tizón tardío que separadamente, define la duración de la humedad de la hoja, esencial para la infección (Crosier 1934). Por tanto, se asocia las epidemias de tizón tardío con condiciones húmedas y temperaturas del aire moderadas (Rivera et al. 2014, Fry 2015, Gold et al.2020). La amplitud diurna de la temperatura del aire (Pumasunta, 2022) juega un papel relevante determinando una serie de eventos epidemiológicos que definirán la intensidad de la epidemia. La infección directa o indirecta, tasa de crecimiento de las lesiones (en adelante TCL14), óptimo crecimiento del patógeno dentro del hospedero, duración de ciclo de vida del patógeno etc. (Rivera et al. 2014).

La concentración del inóculo tiene una periodicidad diurna cuyo máximo es al final de la mañana y junto a la idoneidad de las condiciones para la infección influirá en el número de nuevas lesiones (Harrison, 1995). Evidentemente el desarrollo del tizón tardío depende, en gran medida, del clima y es un proceso dinámico (Gold et al. 2020).

Sin restricciones, el tizón tardío describe la característica curva sigmoidea de las enfermedades policíclicas (Agrios, 2005). Curvas generalmente constantes y aplanadas, representan algún factor, o combinación, que limitan el desarrollo de la epidemia. Estudiándola, gráficamente y a través de la tasa aparente de infección (velocidad de progreso) y la severidad (cantidad de enfermedad) (Harrison,1995 y Figueroa, 2020), se aprecia la cantidad y eficiencia del inóculo inicial, se conoce si la infección fue temprana o tardía, los efectos del clima, de la resistencia varietal o de estrategias de manejo (aplicación de fungicidas) en su desarrollo lento o rápido.

Las epidemias de tizón tardío de la papa en el Ecuador se manifiestan en función de ciertas particularidades (Tedesse & Kesh, 2021): se cultiva papa a lo largo del callejón interandino y del año provocando que el inóculo sea una amenaza constante (Kromann

et al. 2011) desde la siembra hasta la cosecha (Forbes, 2012) de tal forma que el tizón tardío es extremadamente frecuente (Kromann, 2007). La población del patógeno es clonal y sobrevive en parientes silvestres y hospedantes alternos (tomate y pepino dulce) de la papa (Chacón et al. 2006). La coexistencia de lotes aledaños que albergan plantas en diferente estado fenológico (Kromann & Taipe, 2008) proporcionan un refugio para que el patógeno y su peligro persista.

- **Jardin de variedades**

Varios investigadores como Salomón & Acosta (2020); Monteros & Delgado (2021); Jaramillo (2022) reconocen en el Jardin de variedades de papa, que se puede propagar sexual o asexualmente, esta última vía es la más utilizada y también es conocida como reproducción vegetativa.

La papa se puede propagar sexual o asexualmente, esta última vía es la más utilizada y también es conocida como reproducción vegetativa. La propagación de la papa mediante tubérculos semilla, un ejemplo de la reproducción asexual o vegetativa, es una ventaja para los mejoradores de papa, porque permite obtener fácilmente un genotipo seleccionado y multiplicarlo.

Un grupo de plantas derivadas de una sola célula progenitora por división mitótica se denomina clon. En el mejoramiento por esta vía se observa que: Todas las plántulas serán una variedad potencial y su progenie será igual, excepto que ocurran algunas mutaciones. Las variedades pueden ser extremadamente heterocigóticas y sus progenies contarán con un amplio rango de tipos; esto trae como consecuencia que grandes progenies tengan que ser manejadas para encontrar ocasionalmente buenas plántulas.

Debe tenerse extremo cuidado para mantener las plantas libres de enfermedades virósicas en todas las etapas de selección y multiplicación de los clones, ya que casi todos los virus se transmiten por el tubérculo, y en menor grado por la semilla botánica, por lo que al principio las plántulas están sanas, debiendo trabajar para mantenerlas así. Para evitar la degeneración de un clon o una variedad, debido a que puede ser afectada no solo por virus sino también por hongos y bacterias, debe realizarse el

mantenimiento controlado y aislado de los mejores clones y variedades, y partir de semilla certificada.

Se utiliza el cultivo de meristemo para la obtención de plántulas libres de virus (Karsoner & Varma, 1967); no obstante, si el mejorador en el proceso de selección de la variedad, no es cuidadoso y realiza una selección negativa para virus, no tendrá éxito en su programa. La mayoría de las variedades comerciales que existen son autotetraploides y muestran un tipo de herencia tetrasómico, es decir, los genes están en dosis cuádruple en lugar de doble, como en la mayoría de las plantas y provienen de *S. tuberosum*. En Europa y América del Norte se desarrolló la subespecie *tuberosum* y en la región andina la subespecie *andigena*

Según Gálvez, (1978), citado por (Salomón & Acosta, 2020) el mejoramiento de plantas es realizado generalmente por los mejoradores y genetistas, a través de un procedimiento llamado “Programa de mejoramiento”, el cual tiene como propósito final la selección de los mejores genotipos para la obtención de variedades comerciales de plantas. En los últimos años, se ha desarrollado otra forma más interactiva de selección entre los mejoradores y productores, el llamado “Mejoramiento participativo”, en el que el agricultor participa de forma activa en la selección de genotipos mejorados, y con buena adaptación en sus lotes, fincas o localidades específicas, aplicándose en diferentes cultivos con buenos resultados; un ejemplo es el desarrollado en la papa, en Bolivia.

Los principales objetivos de un Programa de mejora, por cualquiera de las vías que se utilicen, están dirigidos fundamentalmente a:

1. El incremento del rendimiento agrícola e industrial
2. . La resistencia a plagas y enfermedades
3. La mejora de las características agronómicas
4. El incremento de la calidad de una variedad tanto para consumo fresco como para la industria

CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS:

2.1 Evaluación de aspectos agronómicos de porcentaje de emergencia e indicadores que determinan el rendimiento de *solanum tuberosum* (L.) En jardín de variedades de la empresa agropecuaria horquita.

El ensayo se realizó en la provincia de Cienfuegos, Municipio Abreus en áreas de la Empresa Agropecuaria Horquita específicamente en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Cuba Libre”, en campo de la finca “La Prosperidad”. Ubicada geográficamente a 22°09'57" N de latitud 80°43'45" W de longitud y a 11 msnm, específicamente en la cuadrícula cartográfica 44-127-009. La plantación se realizó el 21 de diciembre de 2020 sobre un suelo descrito por (Hernández, 2021) quien plantea que su descripción de tipo genético es Ferralítico Amarillento Lixiviado, oscilando el promedio de temperaturas desde 28,5 °C a 30,1 °C y la Humedad relativa de 95 % a 97 % (ACC, 1992)

Se plantaron 77 variedades de papa (Tabla 1), estableciendo para cada una de ellas, una parcela de cinco surcos de 10 metros de largo, para un área efectiva de 22,5 m², empleándose una distancia de plantación de 0,90 x 0,25 m, con 200 plantas totales por parcela y una distancia entre parcelas de un metro y medio (por ambos lados)

Tabla 1. Variedades evaluadas en el jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita

No	Variedad	Empresa	No	Variedad	Empresa	No	Variedad	Empre sa
1	Ranomi	AGRICO	26	Otolia	EUROPLANT	51	Prima Belle	HZPC
2	Maryem		27	Coronada		52	Cardima	
3	Babylon		28	Donata		53	Colomba	
4	Corazon		29	Donota		54	Sababa	
5	Levante		30	Daifla	55	VDW 09-319		
6	Severina		31	Alaska	GERMIC OPA	56	HZA 09-1496	

7	Adato	AGROPLANT	32	Topaze	SCHAAP HOLLAND	57	VDW 08-627	PLANTERA		
8	Spectra		33	Naima		58	Allison			
9	Alovette		34	07F36-1		59	Sunred			
10	Paradiso		35	Safrane		60	Bingo			
11	Vogue		36	Delila		61	Edison			
12	Lotus		37	Universa		62	Rosegarden			
13	Metro		38	Loane		63	Gaya			
14	Dido		39	Atlas		64	El Dorado			
15	Margarita		40	Amany		65	Forza			
16	Actrice		41	Decibel		66	Vicenta (Era- 11-4755)			
17	Barnice		42	Alexia		67	Connet			
18	FOB- 155-267	43	Valencia	68	Damask					
19	Camel	ESTET	44	Amora	IPM	69	Ku 10-305 (Diar)			
20	Santana		45	Amorata		70	Mondeo			
21	Tyson		46	Cartagen a		71	86-11-4			
22	Melanto		47	Sensation		72	Saint calais			
23	Amarin		48	Fandango		73	Titanium			
24	Everest		49	Barna		74	La bella	DENT HARTI NGH		
25	Zina Red		50	Electra		75	Prada			
						76	Eclat	VAN		

	77	Cazelle	RUN
--	----	---------	-----

Estas 77 variedades se agrupan en un total de 11 empresas de origen Holanda (DENT HARTINGH, IPM, SCHAAP HOLLAND, AGRICO, HZPC, VAN RUN) y el resto de Francia pertenecientes al continente europeo. Solo serán objeto de análisis en la investigación las 12 variedades de la Empresa GERMICOPA. Bajo un diseño experimental de bloques al azar sobre el cual se garantizó el riego por aspersión a través de una máquina Kubans con sistema de pivote central, con una frecuencia semanal, a una norma parcial neta de 250 m³ ha⁻¹.

3.1 Evaluación los aspectos agronómicos de porcentaje de emergencia e indicadores que determinan el rendimiento de Solanum tuberosum (L.) en jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita.

Evaluación de aspectos agronómicos

En cuanto a la evaluación de aspectos agronómicos se tuvo en cuenta, el porcentaje de emergencia e indicadores que determinan el rendimiento de cada variedad como número de tubérculos por planta, peso de tubérculos por plantas y cantidad de tubérculos con característica fisionómicas de comercialización que incluye condiciones fitosanitarias y cosmeticidad del mismo.

Porcentaje de emergencia

En un período de tiempo comprendido entre los 35 y 40 días después de plantado, se contó el número de plantas emergidas dentro de la parcela total, expresando los valores en porcentaje, en relación al número de tubérculos semillas sembradas en cada unidad experimental.

Se contabilizó el número de yemas totales brotadas en relación a las yemas dejadas en la planta al inicio de la temporada. Posteriormente se determinó el porcentaje de brotación por medio de la siguiente fórmula (Salazar, 2012)

$$\text{Porcentaje de brotación} = (\text{N}^{\circ} \text{ de yemas brotadas} / \text{N}^{\circ} \text{ total de yemas}) \times 100$$

Indicadores que determinan el rendimiento

Número de tubérculos por planta

En el momento de la cosecha, se seleccionó 10 plantas tomadas al azar dentro cada una de las parcelas en estudio; se contó el número de tubérculos por planta, registrando registrándose estos valores.

Peso de tubérculos por planta

Al momento de la cosecha, con la ayuda de una balanza de reloj se pesó los tubérculos cosechados por planta, efectuando la lectura a 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela neta. Los valores se expresaron en kg/planta. El rendimiento de tubérculos por hectárea, de cada cultivar, se obtuvo aplicando la fórmula de Hay y Walker (1989):

rendimiento (kg/ha) = 27 778 plantas x N° tubérculos por planta x peso promedio del tubérculo fresco (kg).

Tubérculos con característica fisionómicas de comercialización

Este aspecto se tuvo en cuenta el tamaño, condiciones fitosanitarias del tubérculo y su cosmetividad.

En cuanto a su tamaño se tuvo en cuenta lo planteado por (Sepúlveda & Constanza, 2022) quienes clasifican el tubérculo de papa alimenticias según su tamaño Estableciendo que un tubérculo que en su diámetro transversal sea menor a 30 mm son denominadas como papas pequeñas útiles para la reproducción y la extracción de almidón, aquellas que su diámetro oscila entre 3.5 y 5.5 mm son denominadas medianas y están aptas para consumo y comercialización con fines alimenticios de la misma forma considera que aquellos tubérculos que sobrepasen los 6.0 mm son considerados grandes y al igual que la clasificación anterior son codiciados por las industrias.

En cuanto a las condiciones fitosanitarias del tubérculo se realizaron observaciones a nivel de campo, estableciendo que las raíces cosechadas no pueden contener síntomas de pudrición causadas por patógenos, además no estén afectados por *Helminthosporium solani* (HELMSO).

Acorde a la cosmetividad se tuvo en cuenta por inspección visual la presencia de los tubérculos, escogiendo solo los que no estuvieran manchados, que su epidermis fuera

capaz de alcanzar un grado de brillo luego de lavada y que los tubérculos presenten semejanza en cuanto a su forma.

Se realizó un análisis de clasificación automática para las variedades e estudio que muestran mejor comportamiento para lo cual se empleó el paquete estadístico SPSS para Windows Versión 15.0. y un análisis de proporciones muestrales para lo cual se empleó la función de Z para $n \leq 20$ según Leach (1977) con una probabilidad de error del 5%.

2.2 Determinación incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary como aspecto fitosanitario de *Solanum tuberosum* (L.) en Jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita

A partir de criterios dados por (Yanes, 2012; & Hernandez, et al 2017) entre los patógenos cosmopolitas con mayor criterio de vigilancia fitosanitaria en el cultivo de la papa en la empresa agropecuaria Horquitas es *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary por su propiedad de convertirse en epidemia y ocasionar severos daños económicos en el cultivo.

Para la determinación de las variedades con menor incidencia del patógeno en cada una de las variedades en estudio se tubo presente lo siguiente:

- Primera observación u ocurrencia del agente patógeno y las condiciones meteorológicas concurrentes.
- Porcentaje de área con presencia de la enfermedad.

Chequeando en cada parcela 100 plantas en diagonal y zigzag. Calculando la distribución ponderada por cada variedad dándole a cada planta un grado para el cálculo de la intensidad.

$$\% \text{ Dist.} = \text{Ptas enf.} / \text{Ptas evaluadas} \times 100$$

$$\% \text{ Int.} = \sum a \times b / 5N \times 100$$

Dónde: a: Grado determinado de la escala.

b: Números de plantas con ese grado.

N: Número de plantas evaluadas.

5: Grado mayor de la escala.

Tabla 2. Escala de seis grados para calculo la distribución de enfermedades de las plantas

0	Planta sana
1	Algunas manchas
2	Hasta el 10% del follaje manchado.
3	Entre 11 y 25% de follaje manchado.
4	Entre 26 y 50% del follaje manchado.
5	Más del 50% del follaje manchado.

A partir de la distribución e intensidad de cada variedad se determinó la distribución e intensidad ponderada de la Empresa GERMICOPA para lo cual se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ D ponderada} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i \times A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$\% \text{ I ponderada} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i \times A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Donde:

D_i : Distribución (%) del campo.

A_i : Área en hectárea del campo.

I_i : Intensidad (%) del campo.

Según estudios realizados por (Castellanos et al. 1989) quien concluye que esta plaga se encuentra en ligero cuando tiene un 5% de intensidad, Medio 6-20% e intenso con más de 20%

CAPITULO III

3.0 Resultados y Discusión

3.1 Evaluación los aspectos agronómicos de porcentaje de emergencia e indicadores que determinan el rendimiento de *Solanum tuberosum* (L.) en jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita.

Durante las evaluaciones iniciadas a los 35 días después de plantada (DDP) hasta los 45 días en las 12 variedades de la Empresa GERMICOPA no se observaron diferencias en sus porcentajes estas sostuvieron una germinación oscilatoria entre 82% y 100%, con un promedio general de 92,25% (figura 1).

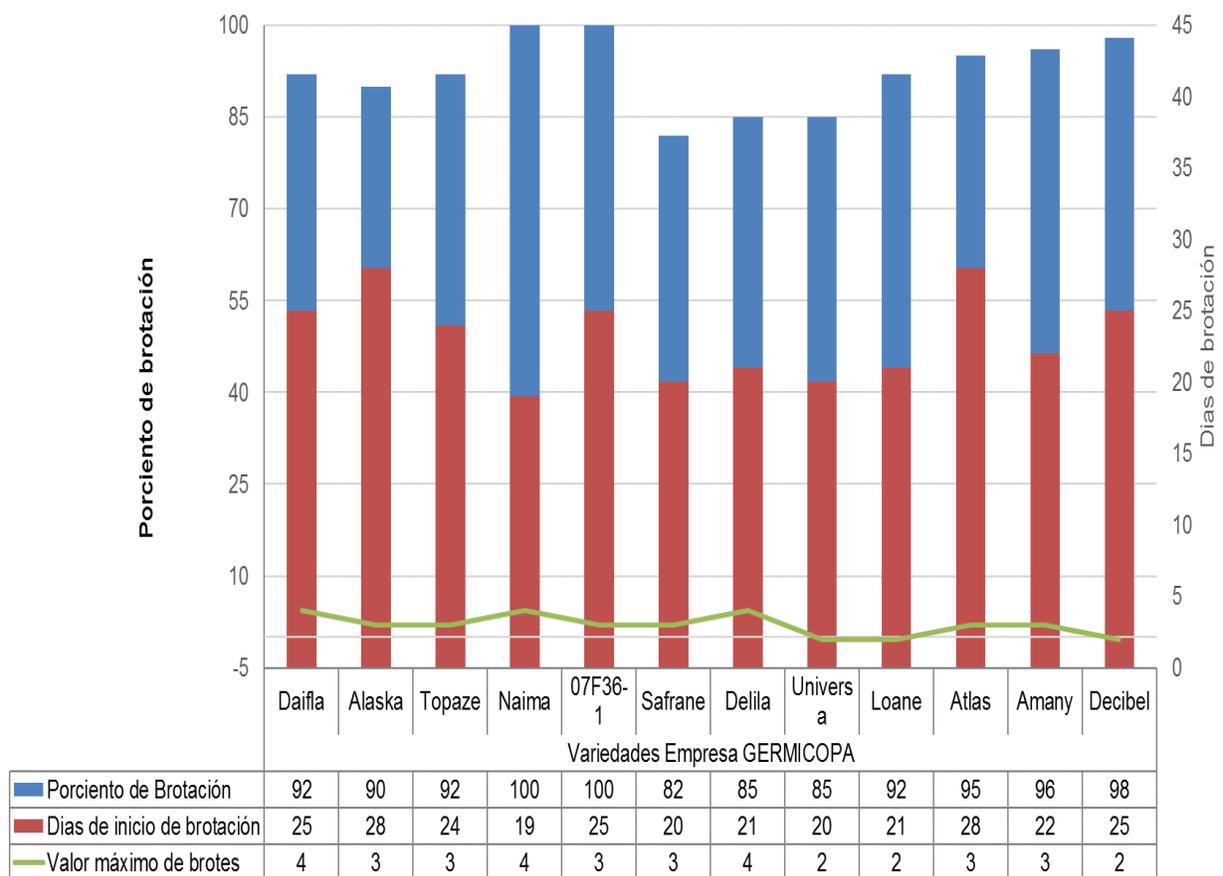


Figura 1 Porcentaje de emergencia a los 45 DDP la semilla de las variedades correspondientes a la Empresa GERMICOPA

En la figura anterior muestra como siete de las 12 variedades plantadas son las primeras variedades en comenzar a brotar Naima (19), Safrane y Universa (20), Dalila y Loane (21) así como Amanya y Topaze a los 22 y 24 días respectivamente. Estas variedades pudieran considerarse como variedades de ciclo corto acorde a lo planteado por Ojeda, et al (2020) quien refiere el tiempo máximo de brotación de la papa en Cuba oscila entre los 12 y 24 días para aquellas variedades de ciclo corto o sea su máxima madurez fisiológica es de 110

El mayor número de brotes lo alcanza la variedad Naima (4) los cuales desarrollan desde los 19 días de plantado, no siendo así en variedades Dalila y Daifla quienes a pesar de alcanzar su máxima brotación a los 21 y 25 días también se obtienen (4) brotes de cada una. El resto de las variedades alcanzan brotaciones de (2 brotes), las variedades Universa, Loane y Desivel a los 20, 21 y 25 días después de plantado (DDP), por su parte las especies Safrane, Amanya, Topaze, 07F36-1, Alaska y Atlas solo producen un total de 3 brotes cada una a los 20, 22, 25 y 28 DDP respectivamente. El comportamiento descrito de las variedades responde a lo planteado por Alonzo, (2015) quien plantea este ciclo está en dependencia del período de dormancia de la variedad, condiciones de crecimiento (refiere temperaturas), madurez y tamaño del tubérculo y el manejo poscosecha para alcanzar una correcta dominancia apical.

Con respecto a la relación entre el número de tallos y cantidad de tubérculos la variedad de mayor promedio por tallo resultó Naima, otras como Daifla, Alaska, Topaze, 07F36-1, Safrane y Dalila, se obtuvieron solo dos tubérculos por tallo, también las variedades Universa, Loane, Atlas, Amanya y Decibel solo alcanzaron 1 tubérculo por tallo (tabla 2)

Tabla 2. Relación de número de tubérculos por brotes de las variedades plantadas de la Empresa GERMICOPA

Variedad	Plantones muestreados	Total de tallos muestreados en cinco plantas	Media de tallos por Plantas muestreadas	Cantidad de tubérculos	Media de tubérculos por tallos
----------	-----------------------	--	---	------------------------	--------------------------------

Daifla	5	9	2	16	2
Alaska	5	13	3	21	2
Topaze	5	14	3	30	2
Naima	5	14	3	52	4
07F36-1	5	12	2	22	2
Safrane	5	12	2	28	2
Delila	5	9	2	16	2
Universa	5	11	2	18	2
Loane	5	9	3	13	1
Atlas	5	21	4	26	1
Amany	5	21	4	38	1
Decibel	5	15	3	17	1

Es conocido en investigaciones similares en la que se evalúa el potencial de rendimiento de variedades de papa en Cuba, (Cal White) Cabrera et al. (2009) y (Royal) Gómez, (2017) que a medida que se incrementa el número de tallos, aumenta el número de tubérculos por planta. No siendo así en el caso de la variedad Naima quien muestra uniformidad en el número de tallos y un promedio de cuatro tubérculos por tallo a lo que correspondería un promedio de 12 tubérculos por plantón. Este comportamiento corresponde a lo planteado por López, (2016) quien plantea que los brotes de la papa una vez alcanzado su madurez forman su propio sistema radicular y pueden ser más o menos productivos que su progenitor.

El número de tubérculos por variedades oscila entre 13 y 52 tubérculos marcados por Loane y Naima respectivamente en el rango de 16 a 22 se muestran las variedades en aumento Daifla y Delila con 16 Decibel con 18; Universa y Alaska con 21 y 22 según su orden. Por otro lado, existe otro grupo de mayor número de tubérculos obtenidos que distan de 22 a 38 entre las que se encuentran entre las de mayor rendimiento, como 07F36-1 con 22, Atlas 26, Safrane 28, topase con 30 y Amany con 38.

Si se realiza una comparación entre número de tallos totales contra la cantidad de tubérculos cosechados se puede observar que con respecto al número de tallo las variedades Atlas y Amany son las de mayor número de tallo y alcanzan un total de 26 y 38 tubérculos cosechados.

Atendiendo al número de tubérculos la variedad Naima supera la media entre variedades considerando esta como la de mejores rendimientos, en la (Figura 2.) se relaciona el peso del total de los tubérculos cosechados con la media estándar del peso

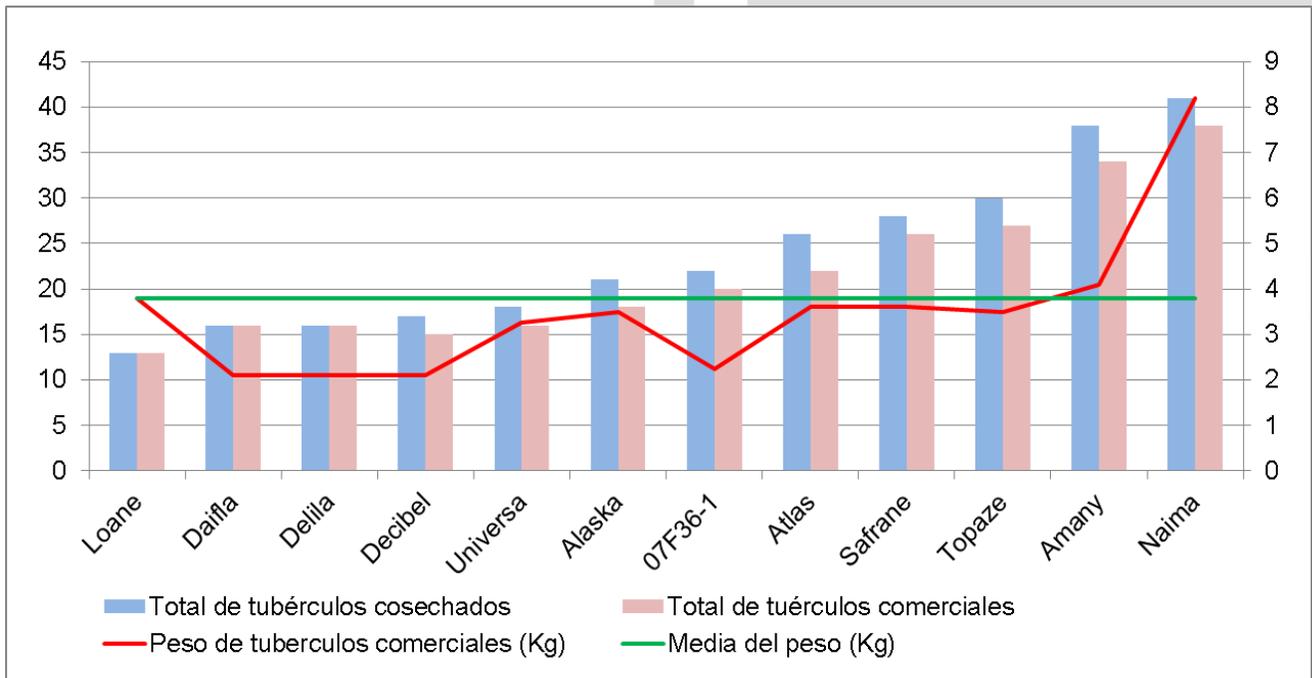


Figura 2. Relación de número de tubérculos y peso promedio y por variedades de la Empresa GERMICOPA

En cuanto al peso promedio de tubérculos las variedades Alaska, O7F36-1, Atlas, Safrane, Topaze, Amany y Naima superaron la media del peso de los tubérculos cosechados no siendo así en las variedades Loanne, Daifla, Delila, Desibel y Universa.

El número de tubérculos comerciales aumenta progresivamente en O7F36-1, Atlas, Safrane, Topaze, Amany y Naima siendo esta última la de mejores resultados, sin embargo, solo las variedades Amany y Naima superan al resto de las variedades, resultando más acentuado en esta última variedad

De forma general la variedad Naima posee mejores resultados agronómicos con criterios de selectividad que el resto de las variedades el análisis porcentual de uniformidad productiva mostrada en el siguiente grafico deja ver que Naima responde a la producción de tubérculos en mayor medida comerciales, sin embargo, variedades como Amany, Alaska y Loanne presentan mayor equilibrio entre el número de tallos, la producción de tubérculos y los tubérculos comerciales.

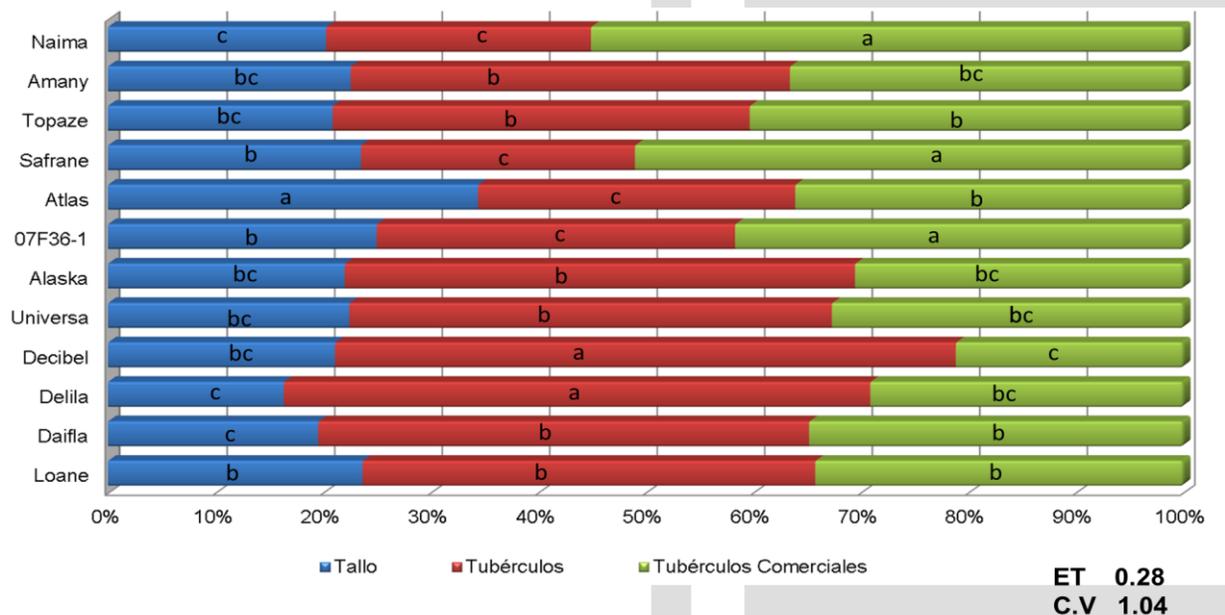


Figura 3. Resumen del comportamiento de aspectos agronómicos en variedades de papa de la Empresa GERMICOPA

Un resumen comparativo de la (Figura 3.) deja ver que los indicadores agronómicos evaluados en las variedades de la Empresa GERMICOPA favorecen la elección de la variedad Naima para completar el ciclo de extensiones de las variedades nuevas en Cuba

3.2 Determinación incidencia de *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary como aspecto fitosanitario de *Solanum tuberosum* (L.) en Jardín de variedades de la Empresa Agropecuaria Horquita.

Según, (Castellanos. 2012) es de cocimiento que la enfermedad más peligrosa causada por patógenos en el cultivo de la papa es el tizón tardío causada hongo *Phytophthora infestans* Mont. de Bary ya que comparte con el cultivo las mismas condiciones climáticas, plantea además que este patógeno es introducido cada año en la semilla importada.

Primera observación u ocurrencia del agente patógeno y las condiciones meteorológicas concurrentes.

La enfermedad según REGISPLAT, (2022) de la Estación territorial de Protección de Plantas Yaguaramas se registran dos condiciones favorables, enero y febrero; detectándose la primera observación en los meses enero, febrero y marzo (Tabla 4).

Tabla 4. Fecha de primera observación u ocurrencia de tizón tardío en variedades de papa de la Empresa GERMICOPA.

Primera Incidencia			
Variedad	Días después de emergencia	Fecha	Condiciones según Neumova Modificado
Loane	0	N/A	
Daifla	77	27/03/2021	2
Delila	0	N/A	
Decibel	56	25/02/2021	2
Universa	42	11/02/2021	1
Alaska	42	31/01/2021	1
07F36-1	56	24/02/2021	1
Atlas	77	07/03/2021	2

Safrane	63	21/02/2021	2
Topaze	70	28/02/2021	2
Amany	56	14/02/2021	1
Naima	0	N/A	

Fecha condiciones favorables a Tizón tardío	1	(F) 16/1/2021
	2	(F) 21/2/2021

La enfermedad se presentó en nueve de las doce variedades analizadas. La primera con fecha del mes de enero en la variedad Alaska, encontrándose los síntomas por segunda vez en las variedades Decibel, Safrane, Topaze, Amany, 07F36-1 y Universa, así como, también fue detectada en las especies Loane y Atlas por tercera vez.

Los meses de aparición de la enfermedad (enero, febrero y marzo) responden a los ciclos de reproducción del hongo según lo planteado por Gold et al. (2020), quienes son del criterio tras cada periodo favorable puede transcurrir 15 días para comprobar la efectividad del método de pronóstico.

En cuanto a la ocurrencia de la enfermedad se coincide con los resultados de Yanes & Castellanos, (2012) quienes en el análisis del comportamiento de tizón tardío durante 30 campañas en áreas de la Empresa Agropecuaria Horquita obtuvieron que los meses de ocurrencia de la enfermedad son (enero, febrero y marzo).no coincidiendo con Gómez et al. (2003) quienes plantean que los meses de mayor incidencia de la enfermedad son diciembre, enero, febrero y marzo, también plantea que el mes de enero es el de mayor ocurrencia no concordando con Yanes & Castellanos (2012), quienes son del criterio que en las áreas de Horquita el mes de mayor incidencia es mes de febrero ya que los primeros períodos de incubación ocurren en el mes de enero; similar comportamiento al obtenido en nuestra investigación.

Este patógeno desde hace cuatro décadas ha realizado su aparición en el cultivo alcanzando niveles medios más intensos provocando la afectación económica, por esta

razón es de vital importancia la siembra en nuestro territorio de variedades resistente a este hongo en la (tabla 5) muestra como *P. infestans* incidió en nueve de las 12 variedades, detectándose su primera incidencia entre 42 y 77 DDB rango en el que alcanzo valores de 5 hasta 90 % de distribución

Tabla 5. Porciento de área afectada y primera incidencia de *Phytophthora infestans* Mont de Bary en variedades de la Empresa GERMICOPA

Variedades	Porciento de área afectada	Primera incidencia DDB
Loane	0	0
Daifla	5	77
Delila	0	0
Decibel	20	56
Universa	90	42
Alaska	80	42
07F36-1	25	56
Atlas	5	77
Safrane	15	63
Topaze	10	70
Amany	20	56
Naima	0	0

Con los resultados obtenidos se puede concluir que las variedades Naima, Delila, y Loanne presentan características genómicas que impiden la aparición de síntomas de *P. infestans* no siendo así en el resto de las variedades, en las que atendiendo al avance de la enfermedad en días después de la primera incidencia se obtuvo las variedades como Decibel; 07F36-1 y Amany que poseen evidencias de convivir con la enfermedad sin que esta lo afecte económicamente.

Duarte et al. (2014) quienes afirman la importancia de obtener y emplear cultivares de papa resistentes a esta destructiva enfermedad, pues esto ayudará a reducir los costos de producción y la necesidad de utilizar fungicidas costosos en los programas de defensa. El uso de variedades resistentes es una medida de control eficiente, al mismo tiempo que es inofensivo para el medio ambiente y los humanos y proporciona una reducción expresiva de los costos. La resistencia genética también tiene la ventaja de que puede usarse en asociación con otros métodos de control en el manejo integrado de enfermedades (Passos et al. 2017)

Se demostró que existió variabilidad entre los diferentes genotipos de papa evaluados en términos de potencial de productividad y resistencia a *P. infestans*, hallazgo que evidenció una probable fuente de resistencia para los programas de mejora genética del cultivo. Estos resultados corroboran los obtenidos

En la (Tabla 6) la alta correlación entre el porcentaje de distribución y el porcentaje de infección por *P. infestans*, y entre el peso de los tubérculos por planta y el rendimiento. También se muestran correlaciones significativas entre el número de tubérculos por planta, el rendimiento. El número de tubérculos por planta y el peso de tubérculos por planta. Lógicamente al alcanzar valores de infección por *P. infestans* superiores al 90 % se produce la pérdida de área foliar, y con ello la disminución del área fotosintética de la planta, aspecto que se traduce en la disminución del rendimiento.

Tabla 6. Correlaciones entre expresión de la enfermedad y variables agronómicas

Variedad	Porcentaje distribución máxima <i>P. infestans</i>	Peso de tubérculo (kg)	Rendimiento T/200 m ²
Loane	0	3.8	0.076
Daifla	80	2.1	0.042
Delila	80	2.1	0.042

Decibel	90	2.1	0.042
Universa	80	3.25	0.065
Alaska	80	3.5	0.07
07F36-1	90	2.25	0.045
Atlas	90	3.6	0.072
Safrane	90	3.6	0.072
Topaze	90	3.5	0.07
Amany	90	4.1	0.082
Naima	0	8.2	0.164

Conclusiones

- 1.0 Atendiendo a los indicadores agronómicos evaluados en las variedades de la Empresa GERMICOPA favorecen la elección de la variedad Naima para completar el ciclo de extensiones de las variedades en la Empresa Agropecuaria Horquita

- 2.0 Las variedades Naima, Delila, y Loanne presentan características genómicas que impiden la aparición de síntomas de P. infestans no siendo así en el resto de las variedades.

Recomendaciones

Continuar estudios de variedades adaptables a las condiciones específicas por Empresa Agropecuaria Horqueta

Divulgar los resultados para que sea de consideración por parte de los decisores de la importación de estas variedades



REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-02037-6>.
- Asad, S. A. (2022). Mechanisms of action and biocontrol potential of Trichoderma against fungal plant diseases-A review. *Ecological Complexity*, 49, 100978. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2021.100978>
- Blanco, J. F., Montaña, A. C. G., Monroy, J. S., Monsalve, J. C., Poveda, D., Rojas, M. K. T., & Castro, J. S. (2021). Fundamentos en agroecología, una revisión en la búsqueda de alternativas sostenibles en cultivos hortícolas como respuesta a los efectos de la pandemia por coronavirus sars-cov-2. *Con-ciencia y técnica*.
- Bonierbale, M. W., Haan, S. D., Forbes, A., & Bastos, C. (2010). *Procedimientos para pruebas de evaluacion estandar de clones avanzados de papa: Guia para cooperadores internacionales*. <https://hdl.handle.net/10568/73221>.
- Bustamante Gavilanes, A. E. (2015). *Control biológico del Tizón Tardío Phytophthora infestans en papa Solanum tuberosum a través de consorcios microbianos formados por hongos nativos del género Trichoderma sp* (Master's thesis). <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7692>
- Cabrera, M. J., Torres, S., Hernández, M., & García, E. (2009). *Efecto del número de tallos por plantón sobre el crecimiento y rendimiento de la papa (Solanum tuberosum L.) variedad Cal White* (Tesis Doctoral dissertation, Ingeniero Agrónomo, Universidad Central "Marta Abreu") [http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/numero-1\(2012\)](http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/numero-1(2012))
- Cadena Bedoya, I. A. (2018). *Evaluación de fertilizantes edáficos quelatados con macro y micronutrientes en el rendimiento de papa (Solanum tuberosum)* (Bachelor's thesis, UCE). <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15728>
- CAMPOS, M., YANOVSKY, J., LAPEGNA, V., & PEREA, H. (2000). De los Incas a la era espacial: Impacto integrador de la liofilización de la papa. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Argentina*.

- Chacón, M. G., Adler, N. E., Jarrin, F., Flier, W. G., Gessler, C., & Forbes, G. A. (2006). Genetic structure of the population of *Phytophthora infestans* attacking *Solanum ochroanthum* in the highlands of Ecuador. *European Journal of Plant Pathology*,
- Chakraborty, S., Tiedemann, A. V., & Teng, P. S. (2000). Climate change: potential impact on plant diseases. *Environmental pollution*, 108(3), 317-326. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00210-9](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00210-9).
- Comber, A., Brunsdon, C., Charlton, M., Dong, G., Harris, R., Lu, B., ... & Harris, P. (2022). A route map for successful applications of geographically weighted regression. *Geographical Analysis*.
- Crosier, W. (1934). Studies in the biology of *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. *Studies in the biology of Phytophthora infestans (Mont) de Bary.*, (155). <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20057004054>.
- Deroncelé, R., Salomón, J., Manso, F., Linares, J., Santo, R., Roque, R., ... & Tabera, O. (2000). *Guía técnica para la producción de papa en Cuba. Liliana*.
- Duarte, H. S., Zambolim, L., Rodrigues, F. A., Paul, P. A., Pádua, J. G., Ribeiro Júnior, J. I., ... & Rosado, A. W. (2014). Field resistance of potato cultivars to foliar early blight and its relationship with foliage maturity and tuber skin types. *Tropical Plant Pathology*.
- Estévez, A.; González, M. E.; Castillo, J.; Ortiz, E. y Ortiz, Ú. (2008). Selección de clones cubanos de papa (*Solanum tuberosum*. L.) procedentes de familias híbridas obtenidas por el CIP. *Cultivos Tropicales*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2008). *International Year of the Potato. New Light on a Hidden Treasure*. FAO.
- Figueroa, Ó. B. (2020). Resistencia de plantas a patógenos: una revisión sobre los conceptos de resistencia vertical y horizontal. (*Revista argentina de microbiología*), 25(3), 245-255.

- Forbes, G. A. (2012). Using host resistance to manage potato late blight with particular reference to developing countries. (*In European Potato Journal Research*), (55), 205-216. 10.1007/s11540-012-9222-9
- Freire Tenelema, M. A. (2017). *Validación de una estrategia en el control de tizón tardío (Phytophthora infestans) en papa (Solanum tuberosum L.) con las variedades INIAP-libertad, INIAP-cecilia y superchola, en la provincia de Tungurahua* (Master's thesis). <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/25472>
- Fry, W. E., Birch, P. R. J., Judelson, H. S., Grünwald, N. J., Danies, G., Everts, K. L., ... & Smart, C. D. (2015). Five reasons to consider *Phytophthora infestans* a reemerging pathogen. (*Phytopathology*), 105(7), 966-81. 10.1094/PHYTO-01-15-0005-FI.
- Gabriel, J., Ortuño, N., & Vera, M. (2020). *Manual para evaluación de daños de enfermedades en cultivos agrícolas (Diagramación)*. Grupo Compas. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2093>
- Garnica, A. M., Contreras, L. P., Romero, A. R., & del Socorro Cerón, M. (2010). Características funcionales de almidones nativos extraídos de clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum L. subespecie andigena*) para la industria de alimentos. (*Alimentos Hoy*), 19(21), 3-15.
- Gold, K. M., Townsend, P. A., Chlus, A., Herrmann, I., Couture, J. J., Larson, E. R., & Gevens, A. J. (2020). Hyperspectral measurements enable pre-symptomatic detection and differentiation of contrasting physiological effects of late blight and early blight in potato. (*Remote Sensing*), 12(2) 286. <https://doi.org/10.3390/rs12020286>.
- Gupta, S. K., & Thind, T. S. (2018). *Disease problems in vegetable production*. Scientific Publishers. <https://www.scientificpubonline.com>
- Hernández-Jiménez, A. (2021). Área que ocupan los agrupamientos y tipos genéticos de los suelos en Cuba. (*Cultivos Tropicales*), 42(3)

- Hidalgo Dávila, J. L. (2017). *La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: El sector florícola ecuatoriano*. <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6095>
- Inostroza, J., Méndez, P., Espinoza, N., & Kramm, V. (2017). *Manual del cultivo de la papa en Chile*. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30897>
- Instituto de Estadísticas y Censos INEC. (2020). “Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC) 2019”. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec › web-inec](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/web-inec)
- Jaramillo Neira, M. J. (2022). *Evaluación in vitro de la capacidad antagonista de Trichoderma harzianum y Pseudomonas fluorescens frente a Phytophthora infestans, agente causal de tizón tardío en la papa (Solanum tuberosum L.)*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22466>
- Koli, P., Bhardwaj, N. R., & Mahawer, S. K. (2019). Agrochemicals: harmful and beneficial effects of climate changing scenarios. In *Climate change and agricultural ecosystems* (pp. 65-94). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816483-9.00004-9>.
- Kooman, P. L., & Haverkort, A. J. (1995). Modelling development and growth of the potato crop influenced by temperature and daylength: LINTUL-POTATO. In *Potato ecology and modelling of crops under conditions limiting growth* (Springer, Dordrecht)
- Kromann, P. (2007). Improving potato late blight control strategies for resource-poor farmers in low in-pot agriculture in Andean Ecuador. *Faculty of life sciences*, 136. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2022.873490/full>
- Kromann, P., Leon, D., Taipe, A., Andrade-Piedra, J. L., & Forbes, G. A. (2008). Comparison of two strategies for use of translaminar and contact fungicide in the control of potato late blight in the highland tropics of Ecuador. *Crop Protection*, 27(7), 1098-1104. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.01.006>.
- Kromann, P., Pradel, W., Cole, D., Taipe, A., & Forbes, G. A. (2011). Use of the environmental impact quotient to estimate health and environmental impacts of

pesticide usage in Peruvian and Ecuadorian potato production. *Journal of Environmental Protection*, 2(05), 581. <https://doi.org/10.4236/jep.2011.25067>.

López Fleites, R. (2017). El cultivo de la papa. In *Conferencia impartida en la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas*. <https://www.uclv.edu.cu/conferencia-impartida-la-dra-jessica-gurevitch/>

López, N. Y., González, L. C., Brito, R. G., Vasallo, C. V. M., & López, N. M. (2012). El pronóstico a corto plazo de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary en papa durante 30 campañas en la Empresa Cultivos Varios Horquita. *Centro Agrícola*.

Manobanda Pilamunga, G. L. (2020). *Evaluación in vitro de tres extractos vegetales para el control de Phytophthora infestans y Puccinia pittieriana en papa (Solanum tuberosum)* (Bachelor's thesis). <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30897>

Márquez-Vasallo, Y., Salomón-Díaz, J. L., & Acosta-Roca, R. (2020). Análisis de la interacción genotipo ambiente en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). (*Cultivos Tropicales*), 42(1).

Martínez-Cruz, M., Ríos-Labrada, H., Ortiz-Pérez, R., Miranda-Lorigados, S., Acosta-Roca, R., Moreno-Moreno, I., ... & Martín, L. (2017). Metodología del Fitomejoramiento Participativo (FP) en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 38(4), 132-138.

Ministerio de la Agricultura (MINAG), (2016). Instructivo técnico del cultivo de la papa en Cuba. 34 pp. <https://docplayer.es/190871887-Instructivo-tecnico-para-la-produccion-de-papa-en-cuba.html>

Mizubuti, E. S., Aylor, D. E., & Fry, W. E. (2000). Survival of *Phytophthora infestans* sporangia exposed to solar radiation. (*Phytopathology*), 90(1), 4-102. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2000.90.1.78>.

Monteros-Altamirano, A., & Delgado, R. (2021). Late blight resistance of Ecuadorian potato landraces: field evaluation and farmer's perception. (*Rev. Fac. Agron.*), 38(3).

- Olivares, B. O., & Hernández, R. Á. (2019). Sectorización ecoterritorial para la producción agrícola sostenible del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Carabobo, Venezuela. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*.
- Passos, S., Kawakami, J., Nazareno, N. R., Santos, K. C., & Tamanini, C. (2017). Produtividade de cultivares de batata orgânica em região subtropical do Brasil. *Horticultura Brasileira*, 35, 628-633. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620170424>
- Portela Díaz, Y. (2010). *Determinación de índices fisiológicos del crecimiento en variedades de papa (Solanum Tuberosum L.) obtenidas por métodos biotecnológicos* (Doctoral dissertation, Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2022.873490/full>
- Quintana, L. J. O., Fonseca, E. B., Melian, A. L., & Velázquez, S. G. (2020). Comportamiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad "Santana" en un suelo Pardo grisáceo de la Empresa Citríco Arimao, Cumanayagua, Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*.
- Quintana, L. J. O., Fonseca, E. B., Melian, A. L., & Velázquez, S. G. (2020). Comportamiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad "Santana" en un suelo Pardo grisáceo de la Empresa Citríco Arimao, Cumanayagua, Cienfuegos. (*Revista Científica Agroecosistemas*). <https://orcid.org/0000-0002-4611-9635>
- Rivera Orozco, H. A., & Martínez Arauz, E. R. (2019). *Dinámica temporal de moho azul (Peronospora tabacina Adam) manejado con fungicidas sintéticos en tabaco (Nicotiana tabacum cv Habano criollo 98), San Ramon, Esteli 2018-2019* (Doctoral dissertation) Universidad Nacional Agraria). <https://core.ac.uk/reader/200260401>
- Rivera, José Mauricio, Judith K. Brown, Stephen Weller, y José C. Melgar. 2014. Consideraciones técnicas para el efectivo manejo integrado del tizón tardío en papa. 1ra ed. Protección Vegetal: Conociendo y combatiendo los enemigos de los cultivos. <https://redepapa.org/2015/01/23/consideraciones-tecnicas-paraunl-efectivo-manejo-integrado-del-tizon-tardio/>

- Rojas, J. (2003). Antecedentes sobre densidades de plantación y uso de tubérculos semilla partido en el cultivo de la papa. *Seminario avance de la investigación en el cultivo de la papa en el sur de Chile INIA. Manual de papa en la Arica y región de Carillanca*.
https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/31904/Boletin_INIA_272.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Salazar Fernández, D. A. (2012). Descripción de los componentes del rendimiento de uva de mesa variedad Flame Seedless.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111133>
- Sepúlveda T & Constanza (2022) Calibres en tubérculos de papa [en línea]. Osorno, Chile: Cápsula Radial INIA Remehue, (517).
- Sukul, P., Kiran, C., & Changade, N. M. (2021). Influence of different levels of nutrients, irrigation regime and agronomic practices on potato (*Solanum tuberosum*) cultivation—an overview. *Plant Archives*, 21(1), (1912-1917).
- Tadesse, Y., Amare, D., & Kesh, A. (2021). Recent Advances in Potato Late Blight Disease Management Strategies. <https://www.walshmedicalmedia.com/open-access/recent-advances-in-potato-late-blight-disease-management-strategies.pdf>
- Taipe Pumasunta, J. A. (2022). *Efecto del incremento de la temperatura sobre la eficiencia de fungicidas sistémicos para el control de epidemias del tizón tardío (Phytophthora infestans) de la papa (Solanum tuberosum): un enfoque de adaptación al cambio climático en los trópicos de altura desde la simulación* (Master's thesis, Quito, EC: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador). <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8994/1/T3931-MCCSD-Taip-Efecto.pdf>
- Torres, H. (2002). *Manual de las enfermedades mas importantes de la papa en el Peru*. International Potato Center. <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2002/05/002485-1.pdf>
- Vázquez, E., & Torres, S. (2006). *Fisiología Vegetal II*. Editorial Félix Varela.

Villacrés Matías, J. C., Ortega Maldonado, L. H., & Chávez García, D. S. (2017). Caracterización de los sistemas de producción caprinos, en la provincia de Santa Elena. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/> (2019).pdf.

Weldt, M. (1996). *Evaluación de calidad culinaria y organoléptica de variedades y líneas de papa (Solanum tuberosum L. Ssp Tuberosum Hawkes)* (Tesis Doctoral Ingeniero Agrónomo). Universidad Austral de Chile.