

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE MF KABOR EN TRES FRECUENCIAS Y DOS DOSIS EN EL RENDIMIENTO DE UN CULTIVAR DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN EL CANTÓN MOCHA”

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

ALBERTO DAMIAN LÓPEZ YUMIGUANO

TUTOR:

ING.AGR. JOSÉ HERNÁN ZURITA VAZQUEZ, Mg.

CEVALLOS - ECUADOR

2021

I

**“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE MF KABOR EN TRES
FRECUENCIAS Y DOS DOSIS EN EL RENDIMIENTO DE UN CULTIVAR DE
PAPA (*Solanum tuberosum*) EN EL CANTÓN MOCHA”**

REVISADO POR:



Firmado electrónicamente por:
**JOSE HERNAN
ZURITA
VASQUEZ**

.....
Ing. Agr. José Hernán Zurita Vásquez Mg.
TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

FECHA



Firmado electrónicamente por:
**MANOLO SEBASTIAN
MUNOZ ESPINOZA**

.....
Ing. Manolo Muñoz PhD
PRESIDENTE DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

20 – 09 – 2021



Firmado electrónicamente por:
**MARCO OSWALDO
PEREZ SALINAS**

.....
Ing. Agr. Marco Pérez PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

20 – 09 – 2021



Firmado electrónicamente por:
**OLGUER ALFREDO
LEON GORDON**

.....
Ing. Agr. Olguer León MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

20 – 09 – 2021

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: "EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE MF KABOR EN TRES FRECUENCIAS Y DOS DOSIS EN EL RENDIMIENTO DE UN CULTIVAR DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN EL CANTÓN MOCHA" como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



ALBERTO DAMIÁN LÓPEZ YUMIGUANO

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El suscrito, ALBERTO DAMIÁN LÓPEZ YUMIGUANO portador de cédula de identidad número: 1803576030, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: "EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE MF KABOR EN TRES FRECUENCIAS Y DOS DOSIS EN EL RENDIMIENTO DE UN CULTIVAR DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN EL CANTÓN MOCHA" es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



ALBERTO DAMIÁN LÓPEZ YUMIGUANO

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi padre (†), quien en vida fue el mejor ejemplo que tuve y al cual extraño mucho. A mi madre, mi hermano y hermana que siempre han sido mi pilar fundamental. A mis tíos: Paulino, Margarita, Raquel, David, Xime, Javier, Jofre, Lucy, a mis primitas, primitos y demás amigos que siempre me han arrimado al hombro para llegar tan lejos.

A mi familia que incondicionalmente han sido el aliento de superación personal en cada decisión de mi vida. De igual forma, a todas las personas que me han acompañado en cada etapa de mi existencia, ellos son: mis amigos, colegas y compañeros. Espero y aspiro continuar con su apoyo y compañía mientras Dios y la vida me lo permitan.

Los llevo en mi corazón y en mis pensamientos, gracias a todos.

Alberto Damián López Yumiguano

AGRADECIMIENTO

Retribuyo al ser divino que me ha permitido llegar hasta donde he llegado, Dios, por bendecirme, cuidarme y protegerme día tras día, de forma sincera, auténtica y llena de amor.

De forma particular, también doy las gracias al Ing. Agr. Hernán Zurita, tutor de esta tesis, y al Ing. Agr. Luciano Valle que, con sus amplios conocimientos y aptitudes, aportaron en mucho.

Mi agradecimiento infinito por la oportunidad brindada a G&J Representaciones, que siempre estuvieron dispuestos a ayudarme, brindándome sus conocimientos por lo cual agradezco a: Ing. Agr. Guido Gavilanes, Ing. Agr. Ruffo Gavilanes, Ing. Agr. Robinson Reinoso y en especial para mi maestro Ing. Agr. Luis Jerez, quien me ha formado profesionalmente, por tanto, les deseo mis mejores augurios.

De la misma manera, agradezco enormemente al Ing. Agr. Rogeres Palacios por su apoyo brindado en la vida universitaria y a todos aquellos que me acompañaron en esta bonita etapa de la vida universitaria.

En general, retribuyo la ayuda de todo el personal que labora en la Facultad Ciencias Agropecuarias de la U.T.A, gracias por el empeño que ponen en crear la mejor Universidad del país, y que yo en lo personal, así lo creo.

Alberto Damián López Yumiguano

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	3
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.2.1 Generalidades.....	5
2.2.2 El Cultivo Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	6
2.2.3 Variedades	6
2.2.4 Variedad Única	7
2.2.5 Clasificación Taxonómica.	7
2.2.6 Descripción Botánica Y Morfológica Del Cultivo.....	7
2.2.7 Requerimientos Edafoclimáticos.....	8
2.2.8 Fisiología.....	9
2.2.9 Manejo Del Cultivo.....	10
2.2.10. Pre Brotación Y Desinfección De Semilla.....	10
2.2.11 Preparación Del Suelo	10
2.2.12 Abonado	10
2.2.13 Siembra	11
2.2.14 Control De Malezas O Rascadillo.....	11
2.2.15 Medio Aporque	11
2.2.16 Aporque	11
2.2.17 Controles fitosanitarios	12
2.2.18 Cosecha	12
2.2.19 Poscosecha	12
2.2.20 Principales Plagas Y Enfermedades.....	13
2.2.21 Fertilización.....	15
2.2.22 Elementos en el Cultivo de Papa	16
2.2.22.4 Calcio.....	17
2.2.22.5 Azufre.....	18
2.2.23 MF KABOR.....	20

CAPÍTULO III	22
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	22
3.1 HIPÓTESIS	22
3.2 OBJETIVOS	22
3.2.1 Objetivo General	22
3.2.2 Objetivos Específicos	22
CAPÍTULO IV	23
MATERIALES Y METODOS	23
4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO)	23
4.2 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	23
4.3 EQUIPOS Y MATERIALES	23
4.3.1 EQUIPOS	23
4.3.2 MATERIALES	24
4.3.3 REACTIVOS	24
4.4 FACTORES EN ESTUDIO	24
4.4.1 Dosis	24
4.4.2 Frecuencias	25
4.4.3 Testigo	25
4.5 TRATAMIENTOS	25
4.6 DISEÑO EXPERIMENTAL	27
4.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO	27
4.7.1 Establecimiento Del Ensayo	27
4.7.3 Aplicaciones De MF KABOR	28
4.7.4 Cosecha	28
4.8 VARIABLES REPUESTA	29
4.8.1 Rendimiento	29
4.8.2 Tamaño del tubérculo	29
4.8.3 Relación Costo Beneficio	29
4.8.4 Procesamiento De Información	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1 RENDIMIENTO	31
5.2 TAMAÑO DEL TUBÉRCULO	35

5.3 RELACIÓN COSTO BENEFICIO	36
5.3.1 Ingresos Por Ventas	37
5.3.2 Relación Costo Beneficio	38
5.3.3 Punto De Equilibrio	40
CAPÍTULO VI	42
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	42
6.1 CONCLUSIONES	42
6.2 RECOMENDACIONES	43
6.2 BIBLIOGRAFÍA	44
6.4 ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PLAGAS DEL CULTIVO DE PAPA, DAÑOS Y CONTROL	13
TABLA 2. ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE PAPA, DAÑOS Y CONTROL ...	14
TABLA 3. NIVEL DE EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES EN TUBÉRCULOS	19
TABLA 4. TRATAMIENTOS, CÓDIGO, FRECUENCIA Y DOSIS	25
TABLA 5. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	27
TABLA 7. COSTOS DE PRODUCCIÓN (HA)	36
TABLA 8. INGRESOS POR VENTAS (HA).....	37
TABLA 9. UTILIDAD OBTENIDA POR TRATAMIENTO (HA).....	38
TABLA 10. RELACIÓN COSTO BENEFICIO (HA).....	39
TABLA 11. COSTO/BENEFICIO	39
TABLA 12. PUNTO DE EQUILIBRIO (HA)	41

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PRUEBA TUKEY AL 5%, RENDIMIENTO OBTENIDO EN LOS TRATAMIENTOS (T/Ha).....	32
FIGURA 2. PRUEBA TUKEY AL 5%, RENDIMIENTO POR FRECUENCIA (T/Ha)	33
FIGURA 3. PRUEBA TUKEY AL 5%, RENDIMIENTO POR DOSIS (T/Ha).....	34
FIGURA 4. PRUEBA TUKEY AL 5%, TAMAÑO DEL TUBÉRCULO (EXPRESADO EN CENTÍMETROS)	35

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO, ROTULACIÓN, DELIMITACIÓN DEL ÁREA Y TOMA DE DATOS.....	50
ANEXO 2. DATOS RECABADOS EN EL ÁREA EXPERIMENTAL	50
ANEXO 3. TRATAMIENTOS, DOSIS Y FECHA DE APLICACIÓN.....	51
ANEXO 4. RENDIMIENTOS OBTENIDOS EN CADA REPETICIÓN (T/HA)	51
ANEXO 5. PROMEDIO DE RENDIMIENTO POR TRATAMIENTO (T/HA)	51
ANEXO 6. DATOS DE RENDIMIENTO	52
ANEXO 7. COSTOS DE PRODUCCIÓN	52
ANEXO 8. PROMEDIO DEL TAMAÑO DE TUBÉRCULOS OBTENIDOS EN CADA REPETICIÓN (EXPRESADO EN CENTÍMETROS).....	54
ANEXO 9. PROMEDIO DEL TAMAÑO DE TUBÉRCULOS OBTENIDOS POR TRATAMIENTO (EXPRESADO EN CENTÍMETROS)	54
ANEXO 10. DATOS DE TAMAÑO DEL TUBÉRCULO.....	54
ANEXO 11. FORMULACIÓN DE LA SOLUCIÓN CON ACIDUREX, REDUX Y MF KABOR.....	56
ANEXO 12. APLICACIONES DE LA SOLUCIÓN CON MF KABOR, CON LA BOMBA MOCHILA INTER DE 20 L.....	56
ANEXO 13. PESAJE, MEDICIÓN Y ELABORACIÓN DE LA SOLUCIÓN A APLICAR.....	57
ANEXO 14. TOMA DE DATOS EN LA COSECHA. RENDIMIENTO, PESAJE DE LA CANTIDAD DE TUBÉRCULOS OBTENIDOS POR CADA PLANTA.....	57
ANEXO 15. TOMA DE DATOS A LA COSECHA. TAMAÑO DEL TUBÉRCULO, TOMA DE MEDIDAS DE 10 TUBÉRCULOS CON PIE DE REY.	58
ANEXO 16. TABULACIÓN DE DATOS ESTADÍSTICOS. TEST TUKEY AL 5% ..	58
ANEXO 17. COSTO DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTO (HA)	60

RESUMEN

La Investigación se desarrolló en la propiedad del Ing. Agr. Rogeres Palacios ubicada en el cantón Mocha, en un lote de 10 m X 6.8 m, a una altura de 3.400 msnm, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) Variedad Única de 90 días de edad, con el objetivo de evaluar el fertilizante foliar MF KABOR, en dos Dosis, tres Frecuencias y la relación costo beneficio. Con un diseño estadístico de bloques completamente al azar, con arreglo factorial $3 \times 2 + 1$ (Testigo absoluto) con tres repeticiones y la prueba Tukey al 5%. Las dosis de MF KABOR fueron de 500 y 1000 gramos en 200 litros de agua respectivamente, que se sometieron a 3 frecuencias correspondientes a: los 90 - 110; 90 - 120; 90 - 130 días después de la siembra. Posteriormente se realizó las aplicaciones a los tratamientos en base a las dosis y frecuencias. El rendimiento se obtuvo con una balanza, el peso promedio de los tubérculos por tratamiento y multiplicando para las plantas por hectárea, expresado en T/Ha. Para el tamaño del tubérculo se promedió el diámetro de 10 tubérculos por tratamiento con un pie de rey, expresado en centímetros de diámetro. El mejor rendimiento arrojó el tratamiento F3D2 con 67.79 toneladas por hectárea de papa de primera, así mismo, el mejor diámetro de tubérculo fue el tratamiento F3 y F2 con 10,46 y 10,01 centímetros de diámetro respectivamente. La relación costo beneficio, determinó para el tratamiento F3D2 que, por cada dólar invertido se obtienen 4,41 dólares por lo que el proyecto es viable y se debe producir 316 sacos/Ha para mantener el punto de equilibrio.

Palabras clave: Dosis, Frecuencia, MF KABOR, rendimiento.

SUMMARY

The research was carried out in the property of Agronomist Rogeres Palacios, located in the Mocha canton, in a 10 m X 10 m plot, at an altitude of 3,400 meters above sea level, in the coordinates 1°23'54" South and 78°39'41 "West, in the potato crop (*Solanumtuberosum*) Unique Variety of 90 days old, with the purpose of evaluating the foliar fertilizer MF KABOR, in two doses, three frequencies and the cost-benefit ratio. With a statistical design of completely randomized blocks, with factorial arrangement 3 X 2 + 1 with three replications and Tukey test at 5%. The doses of MF KABOR were 500 and 1000 grams, which were applied at three frequencies corresponding to: 90-110; 90-120; 90-130 days after planting. Subsequently, applications were made to the treatments based on the doses and frequencies. The yield was a balance the average weight of the tubers per treatment and multiplying for the plants per hectare, expressed in T/Ha. For the size of the tuber, the diameter of 10 tubers was averaged per treatment with a caliper, expressed in diameter centimeters. The best yield was the treatment F3D2 with 67.79 tons per hectare of first quality potato, likewise, the best tuber diameter was the treatment F3 and F2 with 10.46 and 10.01 centimeters in diameter respectively. The cost-benefit ratio determined for the F3D2 treatment that, for every dollar invested, 4,41 dollars are obtained, so the project is viable and 326 bags/Ha must be produced to maintain the equilibrium point.

Key words: Dose, Frequency, MF KABOR, yield.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

“En la provincia de Tungurahua, el cantón Mocha consta como uno de los mayores productores de papa con 60 ha, obteniendo un rendimiento referencial de 60 Tm/ha, en donde las variedades más usadas son Cecilia, Única Pera, Única y Súper Chola” (Argenpapa, 2017).

El cultivo de papa, como todos los cultivos comprende un conglomerado de etapas fisiológicas, siendo la de mayor relevancia la de etapa de engrose, etapa fisiológica que se enfoca en el órgano de provecho económico, de esta manera se inicia con la formación el hinchamiento de las puntas de los estolones, lugar donde se creará el tubérculo. En este estado se presentan 3 subetapas, empezando en la formación del tubérculo, proceso que con lleva de 2 a 3 meses, en este punto se debe manejar un tratamiento especial con el fin de obtener resultados especiales, finalmente después del 4 mes empieza el llenado, proceso que involucra enormemente al potasio y boro (Sánchez et al., 2005)

La aplicación de fertilizantes inorgánicos a la parte aérea de la planta, brinda beneficios en el cultivo como corregir insuficiencias, retocar los beneficios por unidades de cultivo, además mejora el desarrollo en todas sus fases fenológicas, usualmente se la utiliza para complementar a una fertilización edáfica, más no la reemplaza. Usualmente se realiza la aplicación de nutrientes vía edáfica y foliar, con el fin de suplir los nutrientes que se encuentran escasos a nivel del suelo, ya sean macronutrientes como micronutrientes o de la misma manera, elementos que no están de manera asimilable para la planta. (Trinidad & Aguilar, 1999)

Uno de los macronutrientes es el Potasio (K), elemento que se caracteriza por ser muy móvil en la planta y cumple funciones de interés en el cultivo de papa, en este caso en

especial nos ayuda al movimiento descendente hacia las zonas de reserva denominados tubérculos, acción que realiza la planta con el fin de continuar con su existencia por parte del ciclo vegetativo de la papa. De esta manera el Potasio está íntimamente ligado al engrose. Cuando existe una deficiencia de Potasio, lo más probable es que se pueda determinar observando frutos de menor calibre con daños físicos como resquebrajaduras, la determinación de deficiencias en las hojas es escaso (Yfran et al., 2017).

Uno de los elementos utilizados en la fertilización foliar es el Boro (B), una de sus funciones es de movimiento de nutrientes en los haces vasculares de las plantas, así mismo favorece a acelerar procesos enzimáticos, también se lo otorga beneficios de asimilación de otros elementos a mayor velocidad, finalmente está ligado con el elemento Calcio en funciones de estructura de la célula. El Boro y el Calcio deben existir en partes iguales para que puedan funcionar en la planta. Resultado de una insuficiencia se presentan frutos de calibre menor y alterados, también se origina la inestabilidad entre Potasio y Calcio y por ende el total de Fósforo foliar (Yfran et al., 2017).

En algunos cultivos perennes como: manzanos o nectarinos, el Boro es considerado un nutriente inmóvil en el floema, su aplicación en menor cantidad es importante para asegurar un excelente crecimiento radicular, varias investigaciones han demostrado que las deficiencias de Ca o K se debe a una deficiencia de Boro, afectando a varios procesos fisiológicos como la translocación de azúcares, estructura de la pared celular, entre otros (Cervantes & Huamán, 2019)

MF KABOR, es un fertilizante inorgánico eficiente para la aplicación foliar, fertiirrigación o drench, es soluble y posee una concentración de 20% (P/P) de Potasio y 20% (P/P) de Boro, su combinación permite que su asimilación por parte de la planta sea eficiente; El aporte de K y B corrige y suple deficiencias de estos 2 nutrientes y ayuda a la asimilación y movilidad de otros elementos, así mismo, la presencia de potasio ayuda a la máxima movilidad de boro, permitiendo el transporte de carbohidratos y asegurando el llenado de estructuras productivas y disminuyendo el riesgo de inactivación del Calcio (Microfertisa S.A., 2018).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Según (Garrido et al., 2018) afirma que: actualmente, una práctica que realizan los productores es la implementación de fertilización foliar, lo que comprenden la aspersión al follaje de minerales que contienen ciertos elementos esenciales para la planta elaborados a forma de soluciones nutritivas, esto permite que la planta exprese su máxima productividad, de esta forma se verá aumentada la producción y generando mayor beneficios al agricultor económicamente hablando.

La papa es un cultivo que requiere el aporte de nutrientes durante todo su ciclo vegetativo con el fin de alcanzar una mayor productividad, dicho así, la aplicación foliar es considerada una nutrición complementaria a la fertilización edáfica, en todo tipo de cultivo especialmente en papa; en la provincia de Chimborazo, se realizó una investigación donde se aplicó distintas dosis en el cultivo de papa del producto denominado “Merit Rojo” (metalosato de potasio) con las siguientes concentraciones: 9,59% (P/P) de Potasio (K₂O) y 10,40% (P/P) de Fósforo (P) y 0,075% (P/P) de Boro (B), en donde los resultados mencionan que, su aplicación es clave a los 140 días ya que de esta forma se asegura el rendimiento en cuanto al llenado de los tubérculos (Tigse, 2018)

En Perú se realizó un estudio en donde se aplicó calcio y boro en el cultivo de papa, obteniendo resultados exitosos en la producción obtenida, aplicando una dosis de 6 litros por cada hectárea de los elementos calcio y boro, con un rendimiento aproximado de 36.000 kg/ha en promedio; así mismo, determinaron que el efecto en los tubérculos fue positivo, puesto que no existieron rajaduras ni deformaciones en el producto final; se

recomienda aplicar a partir del día 120 después de la siembra, para lograr una buena asimilación del producto por parte de la planta (Cervantes & Huamán, 2019)

Estudios en el cultivo de papa en el hermano país de Colombia, fueron positivos al alcanzar rendimientos cercanos a las 30 toneladas de producción por cada hectárea, al adicionar calcio y boro en proporciones de 18:1 kilogramos por hectárea respectivamente. Estos resultados alcanzaron el límite de concentración de estos elementos, debido a que en el estudio se expresa que una aplicación de mayores equivalencias tiene efectos negativos en cuanto al rendimiento y al sistema económico, por lo tanto, se recomienda dicha dosis con el fin de obtener frutos con buenas características organolépticas (Segura et al., 2007).

Por otro lado en el Centro Poblado de Pongor, se realizó un estudio usando un cultivar de papa, a la cual se le aplicó de forma foliar 3 dosis de potasio (0,5%, 0,75% y 1%) (T1, T2, T3) y una dosis de boro (0,15%), en donde se observó diferencias significativas entre tratamientos cuando se pesó los tubérculos, demostrando el efecto del Potasio y el Boro, en cuanto a la dosis de potasio al 0,75% fue la que arrojó mayor rendimiento, cabe recalcar que estadísticamente no se observó efecto alguno en cuanto a la altura y cantidad de tallos de la planta (Barreto, 2020)

De igual manera en Argentina, se usó un fertilizante que contenía Boro, Molibdeno y citoquininas llamado BoMoCy, se usaron dos dosis; una recomendada por el fabricante y una con mayor cantidad por parte del instituto comercial, para evaluar las diferentes variables como: rendimiento, producción de estolones, peso en seco y fresco entre otros, lastimosamente al concluir con la investigación llegaron a la conclusión que ninguna dosis de BoMoCy, influyó en la movilidad de carbohidratos hacia los tubérculos por lo no incremento la calidad y el rendimiento (Izaskun, 2011).

En la zona alta del valle Ica, confirmaron por segunda vez una investigación en donde usaron tres dosis de Calcio, Boro y ácido fúlvico, de forma foliar, teniendo mejores resultados con una dosis de 6.0 L/ha de Ca y B, obteniendo 31,832 kg/ha, misma cantidad

de la primera investigación realizada lo que asegura la rentabilidad de los productores (Cervantes & Huamán, 2019)

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Generalidades

El cultivo de papa, ha estado presente desde la época de los Incas, siendo documentada su utilización hace más de 8.000 años en Bolivia, junto al lago Titicaca en el sur de América, lugar fronterizo entre Perú y Bolivia, la papa fue el producto que fue de principal importancia en la alimentación incaica, debido a su demanda en aquel entonces mejoraron su producción realizando las primeras terrazas existentes ayudados de herramientas rústicas con las que cultivaban algunos vegetales y plantas medicinales con el fin de obtener solución a sus dolencias (Vizcaíno, 2017).

El valor comercial que se le atribuye a la papa es en la gran cantidad de consumo que se presenta a nivel mundial, siendo el tercer alimento más consumido en el mundo después de los cereales como el maíz, debido a su gran potencial de: carbohidratos, proteínas, varios minerales, vitamina C, A y Complejo B, además, tiene una concentración de aproximadamente 80% de agua en su composición, es así que ha dinamizado la forma de comercialización por su versatilidad, convirtiéndole en un producto de importancia agroindustrial, debido a que se puede obtener almidón, papas a la francesa, hojuelas de papa, puré y una infinidad de maneras de prepararlo en la cocina. (Bolaños, 2015)

Los andes ecuatorianos son propicios para la producción de este rubro, siendo las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, Azuay y Cañar, las zonas en donde más existe este cultivar, de donde destaca la provincia del Carchi con un 40% de las cosechas totales anuales en el país, siendo así un rubro de importancia, tan importante que representa el 7,3% del Producto Interno Bruto Agrícola, siendo la producción destinada principalmente a su comercialización en fresco bordeando el 90% de las ventas, principalmente para la utilización en la cocina y otras preparaciones,

el 10% restante se los transfiere a la agroindustria. Debido a la alta cantidad de consumo en el Ecuador, tanto por cuestiones tradicionales alimenticias como por costumbre, se estima que el consumo por persona en Ecuador oscila en los 23 kilogramos (Mafla, 2019).

2.2.2 El Cultivo Papa (*Solanum tuberosum*)

La superficie de papa sembrada en la región Sierra del Ecuador fue de 25.835 hectáreas con una producción de 408.313 toneladas de papa. En la región costa existió 89 hectáreas de papa con una producción de 176 toneladas de papa. Mientras que el censo realizado no informa de producción de papa en la región amazónica. (INEC, 2020)

La provincia con mayor índice de producción fue Carchi con 187.684 Tm en una superficie de 7.263 hectáreas de papa cosechada (Promedio: 25,84 Tm/Ha), seguidamente por la provincia de Chimborazo con una producción de 44.753 Tm de papa en una superficie cosechada de 3.410 hectáreas (Promedio: 13.12 Tm/Ha), en tercer lugar se halla la provincia de Tungurahua con 3.382 hectáreas de papa cosechadas y 53.068 Tm de papa producida (Promedio: 15.68 Tm/Ha), Cotopaxi en el año 2020 produjo 47.585 Tm de papa en una superficie sembrada de 3.059 hectáreas (Promedio: 15.56 Tm/Ha). La provincia de Azuay obtuvo 1.625 hectáreas de papa cosechadas y 13.962 Tm de producción de papa (Promedio: 8.59 Tm/Ha), Bolívar cosechó 1.659 hectáreas de papa y produjo 7.479 Tm de papa (Promedio: 4.5 Tm/Ha), Cañar logró producir 3.176 Tm de papa en 1.309 hectáreas (Promedio: 2.42 Tm/Ha), Pichincha consiguió 26.343 Tm de papa en 1.821 hectáreas de papa cosechada (Promedio: 15.68 Tm/Ha), Imbabura cosechó 1.032 hectáreas de papa y obtuvo 22.877 Tm de papa (Promedio: 22.16 Tm/Ha), por último, Loja cosechó 414 Tm de papa en una superficie de 146 hectáreas (Promedio: 2.83 Tm/Ha). (INEC, 2020)

2.2.3 Variedades

Por diversas razones, los productores de papa a nivel nacional toman la alternativa de reutilizar su semilla, dato que alcanza el 86%, mientras que, el 14% de agricultores decide

comprar semilla certificada para comenzar un nuevo ciclo de cultivo. Cuyas variedades predomina: Superchola (53%), Única (11%), Leona (9%), Chaucha (7%) y Fripapa (4%), que por lo general ronda una producción promedio de: 18, 27, 10, 9, y 20 toneladas por hectárea de papa producida, correspondientemente (Puetate, 2019).

2.2.4 Variedad Única

La variedad Única, está presente en el Ecuador alrededor de 15 años desde su introducción desde el vecino país de Colombia, desde ahí su labranza ha sido popularizada en la serranía ecuatoriana, debido a su alto rendimiento ya que el tamaño del tubérculo es predominante, superior a las variedades locales, sin embargo, su producción es destinada mayoritariamente a la elaboración de productos de agroindustria (hojuelas de papa), gracias a su bajo costo de producción y rendimiento elevado (Taramuel, 2016).

2.2.5 Clasificación Taxonómica.

El cultivo de papa se cataloga taxonómicamente de la siguiente forma:

Reino: Plantae

División Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Especie: *Solanum Tuberosum* (Vizcaíno, 2017)

2.2.6 Descripción Botánica Y Morfológica Del Cultivo

Raíces: Un tubérculo o una semilla de papa pueden originar una planta. Cuando se trata de una planta de semilla produce una raíz tierna ramificada. A diferencia de una planta

derivada de un tubérculo, que forma raíces adventicias en cada brote y luego en cada nudo subterráneo. (Vizcaíno, 2017)

Tallos: Dependiendo del origen de la semilla, dependerá la cantidad de tallos a emerger, siendo el tubérculo el que macolle gran cantidad de tallos, contrario a lo que sucede con una semilla de papa, que provee de un único tallo.

Estolones: Llegan a producir tubérculos si es que están cubiertos por el suelo siempre y cuando se ensanche el extremo posterior.

Tubérculos: Este órgano comprende un tallo modificado, cuya función es almacenar las reservas para continuar con la existencia de la especie.

Brotos: Se originan en las yemas, usualmente son albos o pueden tornarse rojizos, en presencia de luz solar se vuelven verdosos.

Hojas: Están dispuestas a lo largo del tallo alternadamente formando una frecuencia, de aquí se despliega una hoja que alberga más hojas, a lo que se denomina en botánica como hoja compuesta, usualmente presenta de 6 a 8 hojas adicionales.

Fruto, semilla: Después de la fertilización, el ovario de la inflorescencia que es de tipo cimosa procede a producir el fruto, mismo que es un fruto en baya, en cuyo interior alberga varias semillas. Se caracteriza por ser esférico, verdoso.

2.2.7 Requerimientos Edafoclimáticos

La papa es un cultivo versátil debido a su fácil adaptabilidad en cuanto a requerimientos edafoclimáticos nos referimos, pero cabe mencionar que para obtener un óptimo desarrollo se requiere que se sitúe en suelos andinos, desde los 2400 hasta los 3700 msnm; entre estas alturas encontramos tres pisos ecológicos: el andino situado a más de 3600

msnm, el sub-andino situado entre 3200 y 3600 msnm y por último el interandino situado entre los 2800 y 3200 msnm (Mullo, 2018).

La zona adecuada para la plantación del cultivo es aquella en donde la temperatura anual ronda entre los 6 a 14 °C con precipitaciones de 700 a 1200 mm al año aproximadamente. La serranía ecuatoriana se basa en la época de precipitaciones para realizar las siembras, por lo que lo el cuarto y quinto mes del año son propicios, así mismo, en los dos últimos meses del año existe presencia de lluvia por lo que se procede a cultivar este tubérculo. (Egúsquiza, 2000).

2.2.8 Fisiología

Desarrollo De Brotes: A partir de la semilla (tubérculo), emergen las primeras raíces, normalmente se presenta entre los 15 y 30 días después de la siembra.

Desarrollo Vegetativo: El crecimiento se evidencia tanto en la parte aérea como subterránea, con el desarrollo de hojas, tallos, raíces y estolones, respectivamente, este proceso tendrá una duración hasta el punto de maduración puesto que aquí la planta empezará con la senescencia.

Tuberización: Usualmente se presenta la primera floración, que da paso a que los estolones den paso a la formación de los tubérculos, se presenta entre el día 15 y 30 después de la emergencia.

Llenado Del Tubérculo: Los carbohidratos, nutrientes inorgánicos y agua empiezan a ser almacenados en los tubérculos, lo que produce que se su tamaño se vea incrementado, este proceso fisiológico tarda entre 40 y 90 días desde la emergencia de la semilla.

Maduración: En esta etapa la planta empieza a llegar a la cesar su metabolismo, por ende, disminuye la fotosíntesis por lo que se torna de color rojo, en este proceso el tubérculo adquiere su mayor tamaño y la epidermis se torna concisa, finalmente este proceso

concluye cuando la planta ha alcanzado entre 90 y 120 días, dependiendo de la variedad, sin embargo, el tiempo de cosecha se lo realiza a partir del día 150. (Bolaños, 2015)

2.2.9 Manejo Del Cultivo

2.2.10. Pre Brotación Y Desinfección De Semilla

La semilla debe pasar un proceso de pre brotación, es decir, dar oportunidad a que los brotes alcancen un tamaño fornido para su posterior paso al campo, de esta manera los brotes nuevos serán en mayor cantidad y con mayor fuerza, posterior a esto, es obligatorio realizar una desinfección de la semilla para evitar la propagación de enfermedades, para lo cual se recomienda la utilización de un fungicida a base cobre (Oxithane, 500 gramos en 200 litros de agua), de esta manera se disminuirá el porcentaje de pérdida. (Cóndor, 2018)

2.2.11 Preparación Del Suelo

Normalmente se la realiza con un mes de anterioridad, de tal forma que el arado pueda descomponer la materia vegetal existente en el terreno y sirva materia orgánica, posteriormente se realiza un arado, para dejar la capa de suelo totalmente suelta y que la planta pueda tener un desarrollo radical óptimo, de esta manera se procede a realizar una rastra, con esta labor el terreno quedará listo para el surcado, labor que se la realiza con ayuda de un azadon teniendo en cuenta la pendiente y variedad del cultivo. (Romo, 2016)

2.2.12 Abonado

Se realiza previo a la siembra, se recomienda realizarlo conjuntamente con la preparación del suelo ó despues de haber formado los surcos y consiste en realizar una abonadura orgánica con material orgánico, normalmente de origen animal, la dosis y el origen del material dependera de la variedad, estado del terreno y disponibilidad económica, por lo que usualmente se realiza una abonadura con desechos de pollo. (Mafla, 2019)

2.2.13 Siembra

Se coloca la semilla en el fondo del surco, normalmente se colocan 2 semillas por golpe en una distancia determinada para cada variedad, normalmente oscila los 40 centímetros entre cada semilla. Posterior a la colocación de la semilla se procede a cubrir con una cantidad moderada de tierra. Las medidas para los anchos del surco varía dependiendo de la variedad, sien embargo ronda un ancho de 0.90 m y 1.20 m, a esto también se le tomará en cuenta la pendiente del terreno. (INIAP, 2017)

2.2.14 Control De Malezas O Rascadillo

A los 30 o 40 días de haber sembrado los tubérculos, la presencia de malezas es notoria, por lo que hay que realizar un rascadillo o deshierbe, labor que se realiza con el fin de eliminar las plantas hospederas, debido a que interfieren en el consumo eficiente del fertilizante, disminuyen la cantidad de agua al cultivo, son focos de propagación de plagas y enfermedades, además no permiten realizar una buena fotosíntesis, puesto que roban la luz solar al cultivo de papa. (Noroña & Tipanquiza, 2010)

2.2.15 Medio Aporque

A los 55 y 75 días después de la siembra, con el fin de evitar la propagación de gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) y consiste en colocar una cantidad aceptable de tierra con ayuda del azadon en el cuello de la planta, además se procede a realizar una fertilización complementaria. (Noroña & Tipanquiza, 2010)

2.2.16 Aporque

Es una labor de vital importancia para que el tubérculo pueda expresar todo su tamaño, debido a que se procede a colocar abundante tierra en el surco donde están situadas las plantas, de esta forma el tuberculo podrá desarrollarse de mejor manera y evitar tener contacto con la luz solar, además, se afloja el suelo, de esta manera la planta podrá

desarrollarse fácilmente y la humedad podrá penetrar hacia la raíz, usualmente se realiza esta actividad entre el día 85 y 100 después de la siembra. (Vizcaíno, 2017)

2.2.17 Controles fitosanitarios

El control fitosanitario en el cultivo de papa es de vital importancia para prevenir la pérdida total del cultivo, debido a la existencia de plagas y enfermedades de importancia, es por ello que se deben repetir las aplicaciones de acuerdo a las condiciones climáticas y a la variedad. Las aplicaciones normalmente son preventivas – curativas, con el fin de mantener un umbral escaso de presencia de plagas y enfermedades. (INIAP, 2017)

2.2.18 Cosecha

La cosecha se efectúa tras el lapso de 5 a 6 meses, esto dependerá de la variedad, previamente antes de realizar la cosecha general, se extrae unas cuantas plantas al azar, se frota el tubérculo y si no se desprende la cáscara, quiere decir que está en su madurez fisiológica para poder ser cosechada, de lo contrario, se debería dejar por unos días más ayudando a que alcancen la madurez suficiente para poder cosecharlas y poder comercializar (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2000)

2.2.19 Poscosecha

Tenemos varias actividades como son la selección, clasificación, la limpieza, empaquetado, transporte y almacenamiento. En cuanto a la selección y clasificación, una vez cosechadas hay que revisar que los tubérculos se encuentren sanos, sin cortaduras, podridos, ni maltratados, la clasificación va de acuerdo a la exigencia del mercado, para lo que usualmente se lo realiza en calibres ya sea de primera, segunda, tercera, por nombrar las de importancia económica (International Potato Center, 2003)

2.2.20 Principales Plagas Y Enfermedades

TABLA 1. PLAGAS DEL CULTIVO DE PAPA, DAÑOS Y CONTROL

PLAGA	DAÑO	CONTROL
Nemátodo del quiste <i>Globodera pallida</i>	Se refleja un enanismo y clorosis, los ápices de las hojas tienden a inclinarse	Benfuracarf Fluopyram
Gusano Blanco <i>Premnotrypes vorax</i>	Se hospedan en el tubérculo realizando galerías	Lambdacihalotrina Thiamethoxam Profenofos
Paratrioza <i>Bactericera cockerelli</i>	En su estado de adulto y ninfa inyecta un Fitoplasma y bacterias, el cual inhibe el rendimiento	Thiamethoxam Lambdacihalotrina Abamentina Imidaclopid
Pulguilla <i>Epitrix spp.</i>	Se hallan pequeñas huellas circulares en la parte aérea de la planta	Chlorpyrifos Cypermethrin
Trips <i>Frankliniella spp.</i>	Se observa a nivel de las hojas circunferencias amarillentas, se puede perder la explotación	Acefato Imidaclopid Lambdacihalotrina
Minador de la hoja <i>Liriomyza sp</i>	En su estado larvario forman galerías a nivel del follaje	Imidaclopid Lambdacihalotrina

(Pérez & Forbes, 2011)

TABLA 2. ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE PAPA, DAÑOS Y CONTROL

ENFERMEDAD	DAÑO	CONTROL
<p>Lancha negra, tizón tardío o gota Oomiceto <i>Phytophthora infestans</i></p>	<p>Sus hojas se tornan de un color negro oscuro que después necrosan, la cual puede reproducirse con facilidad</p>	<p>Dimethomorph Metalaxyl Propineb Clorotalonil Cymoxanil</p>
<p>Costra negra Hongo <i>Rhizoctonia solani</i></p>	<p>Forma capas en la superficie del tubérculo, necrosa raíces</p>	<p>Sulfato de Cobre pentahidratado Azoxystrobin</p>
<p>Pie negro Bacteria <i>Pectobacterium spp.</i> Antes conocida como <i>Erwinia</i></p>	<p>Produce una pudrición del tubérculo, se puede presentar en cualquier etapa vegetativa</p>	<p>Kasugamicina Sulfato de cobre pentahidratado</p>
<p>Pudrición seca Hongo <i>Fusarium spp</i></p>	<p>Ataca directamente al tubérculo, en donde estrangula a toda la planta y finalmente se seca</p>	<p>Tridemorph</p>
<p>Sarna polvorienta Hongo <i>Spongospora subterranea</i></p>	<p>Se forman pústulas a nivel del tubérculo, que es de fácil propagación porque se transforma en una masa polvoriente</p>	<p>Captan Carboxin Tiabendazol</p>
<p>Sarna común <i>Streptomyces scabies</i></p>	<p>Se presenta como manchas cafés a nivel del tubérculo que normalmente termina en rajaduras</p>	<p>Kasugamicina Sulfato de cobre pentahidratado</p>

Tizón temprano <i>Alternaria Solani</i>	Se forman manchas de color café, que posteriormente se irán necrosando, normalmente se presenta en forma de anillo	Difeconazol Azoxystrobin
Roya <i>Puccinia pittieriana</i>	Se observan pústulas de color anaranjado en el revés de las hojas, producen el amarillamiento de la planta	Pyraclostrobin Azoxystrobin

(Yupangui, 2016)

2.2.21 Fertilización

Una concentración alta de nutrientes en un análisis de suelos no equivale a que un área de terreno es óptima para su producción, debido a que se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros como el tipo de textura, desagüe, accesibilidad al líquido vital, presencia de plagas y enfermedades en el sitio, por lo tanto, es importante tener el control de estos elementos, de esta forma la aplicación de los 16 elementos de consumo para la planta en dosis adecuadas, a manera de fertilizaciones edáficas y foliares según sea el requerimiento en cada etapa fenológica, permitirá que la planta exprese su potencial productivo. (INIAP, 2017)

En complemento a las fertilizaciones edáficas se ha implementado las aplicaciones foliares, debido a que nutre a la planta con mayor facilidad con ciertos elementos que son difíciles de ser asimilados a nivel de la raíz, de esta manera se asegura el desarrollo, vigorosidad y nutrición requerida por el cultivar, sin embargo, no se puede remplazar la fertilización edáfica con la nutrición aérea de la planta, por motivos de que la raíz es el órgano encargado de la producción de la alimentación del vegetal. (Romero, 2019)

El aporte de materia orgánica es imprescindible para mejorar la asimilación de todos los elementos por lo que se lo debe colocar y tapar antes de la semilla, labor a la que se le conoce como abonado de fondo, para la que en promedio se utiliza 21 y 29 toneladas de estiércol por hectárea, habitualmente se emplea la gallinaza (Majada de pollo) (Noroña & Tipanquiza, 2010)

La cantidad requerida de fertilizante a aplicar en el cultivo de papa, posterior a un análisis de suelo, indica que se debe aplicar 100 a 150 kilogramos por hectárea de Nitrógeno, 200 a 300 kilogramos de P₂O₅ por hectárea, 60 a 100 kilogramos de K₂O por hectárea y 20 a 40 kilogramos por hectárea de Azufre. (Romero, 2019)

Para suplir las necesidades del cultivo, se necesita de soluciones nutritivas, que consiste en un conjunto de minerales formulados en dosis y equivalencias entre elementos que permitan ser absorbidos por la planta, las soluciones pueden estar en distintos estados, esto dependerá el método que se vaya a utilizar para su aplicación. (Villacreses, 2019)

2.2.22 Elementos en el Cultivo de Papa

2.2.22.1 Nitrógeno

Macronutriente importante en la fase de crecimiento pues interviene en el proceso de la fotosíntesis, por lo que aporta en la fabricación de proteínas, carbohidratos, elementos que conforman el tubérculo por lo que su aporte se ve reflejado en el rendimiento; en exceso retrasa la maduración y en poca cantidad muestra clorosis; la papa prefiere sus dos formas: nítrica o amoniacal (Inostroza et al., 2017)

2.2.22.2 Fósforo

Este nutriente es fundamental en algunos procesos fisiológicos como impulsar a la formación de tubérculos, llenado, aligera la madurez e impulsa el crecimiento

radicular lo que favorece a tener mejores rendimientos; su insuficiencia reduce el provecho y su exceso inhibe la filtración de Zinc en el cultivar (Inostroza et al., 2017).

2.2.22.3 Potasio

El potasio en el suelo es tomado por la planta en su forma iónica K^+ , el cultivo de papa demanda altas cantidades de K, tal motivo se da a que activa los sistemas enzimáticos interfiriendo en la apertura o cierre de estomas, de esta forma adquiere resistencia a las sequías, asimismo, es fundamental en la fotosíntesis debido a que interfiere directamente en la elaboración de proteínas, azúcares y almidones, unidades que posteriormente se refugiarán en el centro de almacenamiento de la planta (tubérculo), proceso que se conoce como engrose; la deficiencia de este elemento se presenta como clorosis (Domínguez, 2015)

Su importancia radica en la fotosíntesis, si existe una falta de potasio hay como resultado una reducción en la fotosíntesis y un incremento en la respiración, por estos dos motivos la planta tiende a reducir la producción de carbohidratos, por ende, se reduce el crecimiento general de la planta y finalmente se reduce bruscamente el rendimiento (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997)

2.2.12.4 Calcio

El calcio es absorbido por las plantas en forma de Ca^{++} , es esencial en la absorción de nutrientes, trabaja mayormente a nivel celular en división y desarrollo, igualmente ayuda a endurecer las paredes celulares, con lo que se puede prevenir plagas y enfermedades; este nutriente debe estar suministrado en cantidades similares al Boro con el fin de garantizar el cometido de los dos elementos dentro de la planta, en caso de existir una disminución de cualquiera de ellos resulta en bloquear al elemento contrario y viceversa; en escases de Calcio no trabajará

correctamente el Potasio y Boro por ende el tubérculo resultará blando y con manchas (Romero, 2019).

2.2.22.5 Azufre

Es absorbido como anión sulfato SO_4 y absorbido vía foliar como dióxido de azufre. El azufre acompaña al Nitrógeno debido a que comparten funciones de formación de proteínas, por lo tanto debe existir una relación de 7:1 hasta 10:1. Este elemento asiste en el proceso de formación de aminoácidos a base azufre, participa activamente en la asimilación de azúcares, albúminas y carbohidratos; aplicado en poca cantidad se evidencia una clorosis generalizada debido a la disminución de fotosíntesis (Toctaguano, 2019)

2.2.22.6 Magnesio

En las plantas es absorbido como catión Mg^{++} . La cantidad de este nutriente es limitado pero importante porque interfiere en el crecimiento vegetativo, debido a que es parte de la clorofila, por ende trabaja en la elaboración de energía para la planta, principalmente su función es mantener a la planta con el color verde característico por acción de reacciones de energía, por lo tanto, en ausencia de este elemento la clorosis se ve generalizada en el cultivo (Camacho, 2018).

2.2.22.7 Zinc

En la historia es reconocido como el primer micronutriente esencial, vital elemento en intervenir en la síntesis de albúminas y participación en la activación de enzimas, en caso de existir una disminución en este elemento se puede presentar atrofia a nivel de las hojas, además de una disminución en la formación de estolones, además ayuda al crecimiento de la planta; el Zinc es inmóvil en planta por lo que se pueden observar deficiencias en hojas nuevas (Romero, 2019).

2.2.22.8 Manganeso

Se le considera activador de funciones enzimáticas y sintetizador de clorofila por lo que es de vital importancia en la fotosíntesis, el manganeso incrementa la disponibilidad de fósforo y Calcio, además, aporta en la germinación y acelera los tiempos de maduración; su movilidad en la planta es nula por lo tanto cuando existe deficiencias este elemento produce manchas necróticas. (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997)

2.2.22.9 Boro

La forma de absorción del Boro puede ser: H_3BO_3 , H_2BO_3 , HBO_3^{-2} , BO_3^{-3} . Cumple la función de formar complejos borato-azúcar, los mismos que se encargan de la translocación, importante en el cultivo de papa (Microfertisa, 2016). En la germinación de granos de polen, el crecimiento del tubo polínico y para la formación de semillas y paredes celulares. La deficiencia de Boro normalmente desemboca en detener el crecimiento de la planta. (Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997)

TABLA 3. NIVEL DE EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES EN TUBÉRCULOS

Kilogramos por hectárea						Gramos por hectárea			Rendimiento T/Ha
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Zn	Mn	
175	80	310	60	24	20	250	300	980	40

(Microfertisa, 2016)

El elemento en obtener el mayor índice de extracción es el Potasio, en lo que respecta al cultivo de papa, ya que necesita 310 kilogramos de K₂O por hectárea en todo el ciclo de cultivo, de la misma manera el Boro debe ser suministrado en una dosis de 250 gramos por hectárea en cada ciclo del cultivo, consecuentemente

se hace necesario aplicaciones completaría con MF KABOR a las aplicaciones edáficas con el fin de suplir el requerimiento del tubérculo. (Microfertisa, 2016)

2.2.23 MF KABOR

MF KABOR, es un fertilizante en polvo soluble inorgánico que se lo puede emplear de manera edáfica, foliar y fertirriego, con una concentración de 20% P/P de Boro y 20% P/P de Potasio sin presencia de sodio (Na), que testifican su uso convirtiéndolo en un abono innegable y poderoso, además no presenta incompatibilidad con ningún agroquímico, por lo cual se puede realizar aplicaciones solo o en mezcla, ya sea en pre emergencia al suelo o al follaje. (Microfertisa, 2016)

2.2.23.1 Características Generales De MF KABOR

MF KABOR, está elaborado para nutrir a la planta con dosis seguras y eficaces de Potasio y Boro, este último elemento cumple múltiples funciones a nivel de división celular, cuajado, fecundación de flores, asimilación del nitrógeno y síntesis de proteínas, así mismo, asegura el color, previene malformaciones y evita las manchas en los frutos, combinado con el componente Potasio se adquiere mayor movimiento de los demás elementos, certifica la poder del Boro y el efecto de translocación de carbohidratos se ve incrementado. (Microfertisa, 2016)

La aplicación de Potasio reduce la transpiración en la planta, por tanto, agranda la cantidad de sustancias inorgánicas, con ello el rendimiento alcanza mejores relaciones, además, permite la llegada de almíbares hacia la fruta y con ello resistencia a temperaturas bajas, manejo del fruto, insectos y tiempo de vida en percha. Los momentos de aplicación ideales de MF KABOR son en Floración y Fructificación, de esta forma aporta al llenado del órgano productivo. (Microfertisa, 2016)

El balance en las concentraciones que presenta MF KABOR, permite encontrar un balance con el nitrógeno, consecuentemente le permite a este elemento tener mayor movilidad. La formulación de MF KABOR libre de sodio le concede la característica de reducir fitotoxicidad en los cultivos, evitando necrosis en los cultivos. Gracias a su fácil disolución, en aplicaciones por fertirriego aporta en la disminución de sales y residuos de sodio en el suelo. (Microfertisa, 2016)

2.2.23.2 Recomendación De MF KABOR

Dosis Edáfica: 5 – 10 kg/ha

Dosis Foliar: 2,5 a 3 gramos g/L

Dosis Fertirriego: 5 - 10 mg/kg (Microfertisa, 2016)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 HIPÓTESIS

La aplicación foliar de 500 gramos de MF KABOR en 200 lt de agua en dos aplicaciones, incide en el rendimiento de un cultivar de papa (*Solanum tuberosum*) en el cantón Mocha.

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 Objetivo General

Evaluar la aplicación foliar de MF KABOR en tres frecuencias y dos dosis en el rendimiento de un cultivar de papa (*Solanum tuberosum*) en el cantón Mocha.

3.2.2 Objetivos Específicos

Determinar la frecuencia adecuada de la aplicación de MF KABOR en el cultivar de papa (*Solanum tuberosum*).

Establecer la mejor dosis MF KABOR para mejorar el rendimiento en el cultivar de papa (*Solanum tuberosum*).

Demostrar la relación costo beneficio de la aplicación de MF KABOR.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y METODOS

4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO)

El ensayo se realizó en la propiedad del señor Rogeres Estuardo Palacios Naranjo en la Parroquia Santa Marianita del Cantón Mocha, provincia de Tungurahua, sus coordenadas geográficas son 01° 23' 54" Sur y 78° 39' 41" Oeste.

4.2 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

Se sitúa a 3400 msnm; en el sector predomina el clima ecuatorial de alta montaña por ende su temperatura media registrada es de 8 grados centígrados, el promedio anual de precipitación va desde los 800 mm hasta los 1000 mm, con una humedad relativa que fácilmente sobrepasa el 80%. (GAD Mocha, 2014)

4.3 EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1 EQUIPOS

Bomba mochila INTER de 20 lt

Calibrador "Pie de Rey"

Balanza

4.3.2 MATERIALES

Azadón

Rótulos

Cinta métrica

Mascarilla

Guantes de látex

Traje impermeable

Gafas

Jeringa de 10 CC.

Balde de 20 lt.

4.3.3 REACTIVOS

KABOR

Acidurex

Redux

Agua

4.4 FACTORES EN ESTUDIO

4.4.1 Dosis

D1= 500 gramos de MF KABOR en 200 litros de agua.

D2= 1000 gramos de MF KABOR en 200 litros de agua.

4.4.2 Frecuencias

F1= 90 días y 110 días después de la siembra.

F2= 90 días y 120 días después de la siembra.

F3= 90 días y 130 días después de la siembra.

4.4.3 Testigo

T1= Solo tratamiento fitosanitario.

4.5 TRATAMIENTOS

TABLA 4. TRATAMIENTOS, CÓDIGO, FRECUENCIA Y DOSIS

TRATMIENTO	CÓDIGO	FRECUENCIA	DOSIS
T1	F1D1	90 y 110 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA	500 GRAMOS DE KABOR EN 200 LT DE AGUA
T2	F2D1	90 y 120 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA	500 GRAMOS DE KABOR EN 200 LT DE AGUA
T3	F3D2	90 y 130 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA	500 GRAMOS DE KABOR EN 200 LT DE AGUA
T4	F1D2	90 y 110 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA	1000 GRAMOS DE KABOR EN 200 LT DE AGUA

T5	F2D2	90 y 120 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA	1000 GRAMOS DE KABOR EN 200 LT DE AGUA
T6	F3D2	90 y 130 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA	1000 GRAMOS DE KABOR EN 200 LT DE AGUA
TESTIGO	T1	SOLO TRATAMIENTO FITOSANITARIO.	

Por lo tanto, las frecuencias y dosis quedaron de la siguiente manera:

1. 90 y 110 días después de la siembra con 500 gr de MK KABOR/ 200 L. agua, en cada aplicación.
2. 90 y 120 días después de la siembra con 500 gr de MK KABOR/ 200 L. agua, en cada aplicación.
3. 90 y 130 días después de la siembra con 500 gr de MK KABOR/ 200 L. agua, en cada aplicación.
4. 90 y 110 días después de la siembra con 1000 gr de MK KABOR/ 200 L. agua, en cada aplicación.
5. 90 y 120 días después de la siembra con 1000gr de MK KABOR/ 200 L. agua, en cada aplicación.
6. 90 y 130 días después de la siembra con 1000 gr de MK KABOR/ 200 L. agua, en cada aplicación.

4.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para desarrollar el ensayo se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial 3 X 2 + 1 con tres repeticiones. Para el análisis estadístico nos basamos en la prueba Tukey al 5% con 3 repeticiones.

TABLA 5. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Número de tratamientos	6 + 1 = 7
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	21
Número de plantas por repetición	9 plantas
Número total de plantas por tratamiento	27 plantas
Número total de plantas a evaluar	189
Longitud de la unidad experimental	10.0 m
Ancho de la unidad experimental	6.80 m
Área total del ensayo	68 m ²

4.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

4.7.1 Establecimiento Del Ensayo

En la propiedad del señor Rogeres Estuardo Palacios Naranjo, se intervino en una parcela de papa de la Variedad Única de 90 días después de la siembra. Posteriormente, se delimitó el área del ensayo con la cinta métrica, cuyas medidas fueron 10 m. X 6,8 m, medidas que servirían propiciamente para ubicar los tratamientos y sus respectivas repeticiones. Seguidamente, se rotuló los tratamientos con sus respectivas repeticiones en base a el número de plantas que otorgaba el área neta por cada tratamiento (27 plantas por tratamiento y 9 plantas por repetición), por lo tanto, se utilizó 21 rótulos para identificar cada unidad experimental. Finalmente se recabó datos de campo (**anexo 2**).

4.7.3 Aplicaciones De MF KABOR

La aplicación a los 90 días se aplicó a todos los tratamientos y repeticiones, respetando sus dosis. El ensayo inició el día viernes 11 de diciembre del 2020. Se realizó un cronograma con las fechas para las posteriores aplicaciones (**Anexo 3**).

Para la elaboración de las soluciones a aplicar se utilizó la bomba mochila Inter de 20 L. en la que se incorporó 5 litros de agua, con la balanza se pesaron tres gramos de regulador de pH (Acidurex), se vertió en el agua y se revolvió, se midió con una jeringa 2.5 centímetros cúbicos de adherente (Redux), se aumentó a la solución y se agitó, finalmente en la balanza se pesó 12.5 gramos de MF KABOR para la dosis 1, después se vertió en la solución y se revolvió con la ayuda de un madero (**Anexo 8**).

Para el caso de la dosis 2 de MF KABOR, se repitió las cantidades de agua (5 litros), regulador de pH (Acidurex) (3 gramos), adherente (Redux) (2,5 centímetros cúbicos) y finalmente se procedió a pesar con la ayuda de la balanza 25 gramos de MF KABOR que se necesitan para dicho volumen de agua (**Anexo 8**).

Para la aplicación, nos equipamos con el traje impermeable, mascarilla, guantes de látex, gafas, una vez listos, se calibró la bomba para tener un umbral de alcance óptimo, con el fin de que no se aspergee a las plantas colindantes de otro tratamiento, de esta manera se procedió a aplicar asegurándose de que la solución alcance todo el follaje, a una velocidad ligera y en un solo recorrido, pues una aplicación sobrecargada podía resultar en una fitotoxicidad del cultivar; posteriormente, se procede a lavar la bomba y volver a repetir la elaboración de la solución y la aplicación del mismo en su respectiva frecuencia y dosis.

4.7.4 Cosecha

A los 180 días después de la siembra y en madurez fisiológica se procede con la labor de cosecha, para ello con la ayuda de un azadón se procedió a cosechar planta a planta en

todo el ensayo. De esta manera se procede con la toma de datos tanto para el rendimiento como para tamaño del tubérculo. Cabe recalcar que las incesantes lluvias retrasaron esta labor.

4.8 VARIABLES REPUESTA

4.8.1 Rendimiento

Con ayuda de una balanza, se pesó todos los tubérculos obtenidos por repetición expresado en kilogramos y se convirtió a T/Ha (**Anexo 6**). El mismo proceso se lo realizó en todas las repeticiones (**Anexo 4**). Finalmente se obtiene un promedio general por cada tratamiento (**Anexo 5**).

4.8.2 Tamaño del tubérculo

Con ayuda de un pie de rey, se procede a medir el diámetro en centímetros de 10 tubérculos seleccionados de cada repetición (**Anexo 10**). El mismo proceso se lo realizó en todas las repeticiones (**Anexo 8**). Finalmente se obtiene un promedio general por cada tratamiento (**Anexo 9**).

4.8.3 Relación Costo Beneficio

Se procedió a registrar los costos de producción (**Anexo 7**), costos de producción por tratamiento (**Anexo 17**) por hectárea, así se obtuvo el costo total de producción (**Tabla 7**). Con el costo del quintal (45,5 Kg) de papa Variedad Única y el rendimiento se obtuvo el total de venta (**Tabla 8**), así mismo se obtuvo la utilidad (**Tabla 9**).

Para la obtención de la relación costo beneficio, primero se empleó la fórmula de actualización con la tasa de interés anual del 11%, en un periodo de 6 meses (**Tabla 10**). Se aplicó la fórmula de costo beneficio (**Tabla 11**). Finalmente aplicamos la fórmula de punto de equilibrio (**Tabla 12**).

4.8.4 Procesamiento De Información

Para la determinación del rendimiento, tamaño del tubérculo y relación costo beneficio se tabuló los datos en Excel 2019, información que posteriormente se trasladó a su análisis estadístico.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 RENDIMIENTO

Se procedió a pesar los tubérculos cosechados en cada planta, se obtuvo un promedio por repetición, seguidamente aplicamos la fórmula, multiplicando el número de plantas por hectárea y transformamos a toneladas (**Anexo 4**).

$$\text{Rendimiento} = \text{Promedio por Repetición} \times \text{Plantas por hectárea}$$
$$\text{Plantas por hectárea} = \frac{10000 \text{ m}^2}{\text{distancia entre plantas m.} \times \text{distancia entre surcos m}}$$

(Calderón, 1977)

Donde:

Distancia entre plantas: 0.40 m

Distancia entre surcos: 0.9 m

$$\text{Plantas por hectárea} = 27778$$

Posteriormente, obtenemos un promedio por tratamiento, en base al promedio de las tres repeticiones (**Anexo 5**).

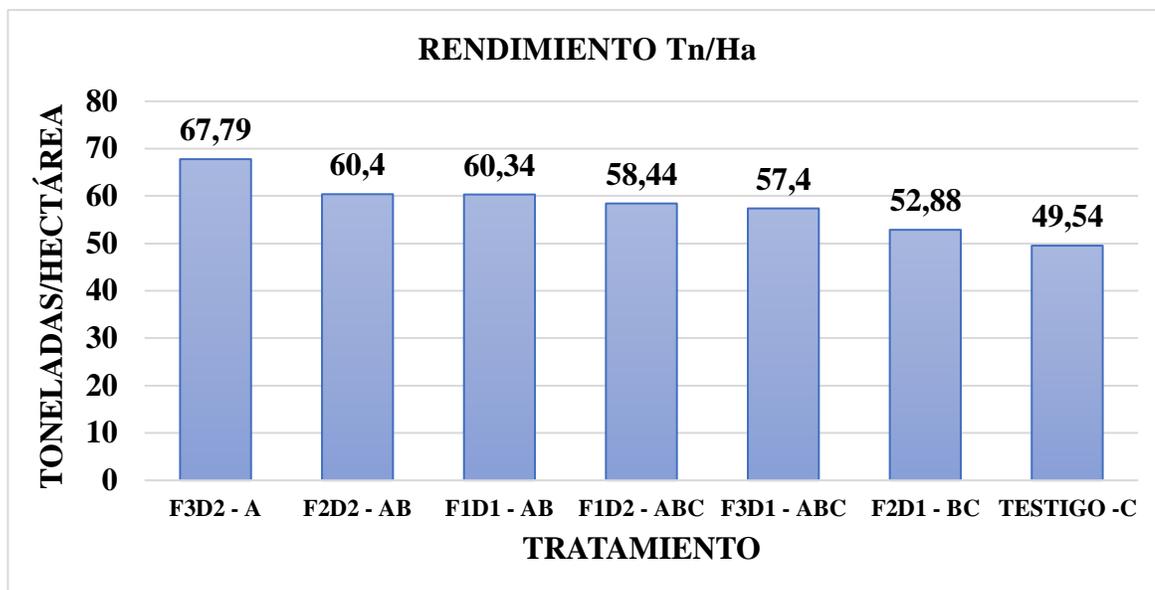


FIGURA 1. PRUEBA TUKEY AL 5%, RENDIMIENTO OBTENIDO EN LOS TRATAMIENTOS (T/Ha)

Por medio de la Prueba Tukey al 5% en la **Figura 1**, se puede observar que los tratamientos: F2D2, F1D1, F1D2, F3D1 y F2D1, no muestran una diferencia significativa ($p > 0,05$), por lo tanto, llevan una letra en común. El tratamiento F3D2 (A), expone un mejor rendimiento, por ende, estadísticamente si demuestra una diferencia ante los demás tratamientos antes mencionados ($p > 0,05$). El Testigo (C) registró el rendimiento más bajo por lo que se catalogó en la categoría C.

En el estudio realizado en la Parroquia Pintag, del cantón Quito, se sometió al cultivo de papa, variedad Superchola a dos tipos de fertilización, en donde el mejor rendimiento obtuvo el tipo de fertilización 1 rica en Potasio, con 41 toneladas por hectárea, aplicando una fertilización química edáfica con Muriato de potasio (60% de Potasio) a razón de 5 gramos por planta, Sulpomag (22% de Potasio) a razón de 1 gramos por planta y Fertiandino (20% de Potasio) en dosis de 12 gramos por planta. (Domínguez, 2015)

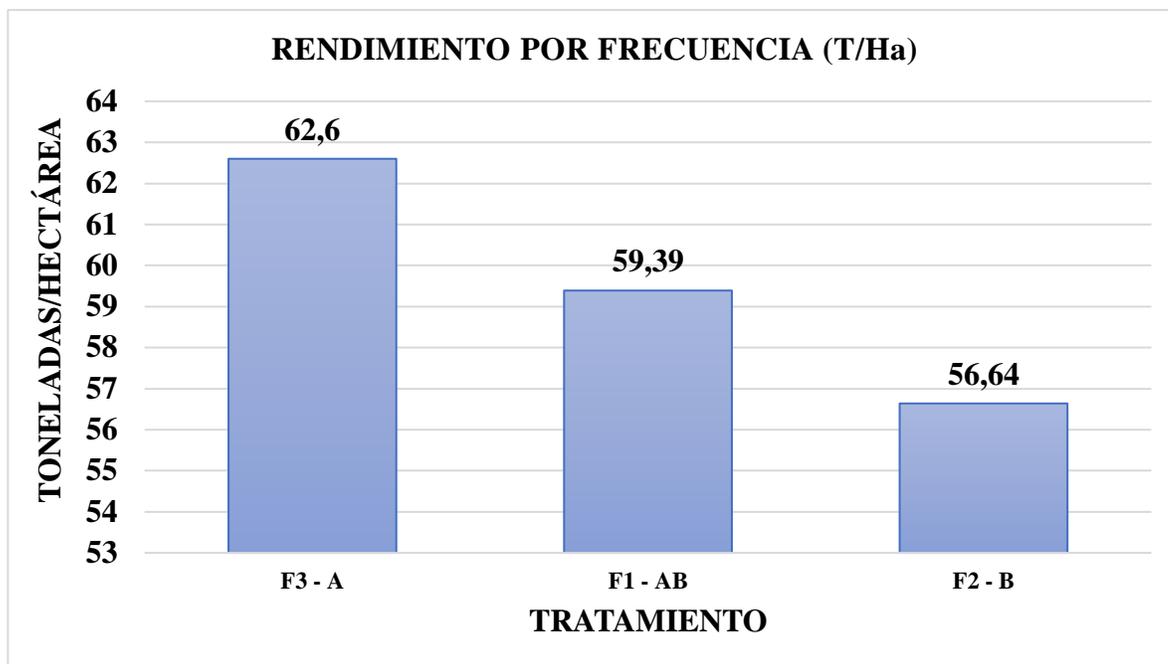


FIGURA 2. PRUEBA TUKEY AL 5%, RENDIMIENTO POR FRECUENCIA (T/Ha)

Tal como se manifiesta en la **Figura 4**, estadísticamente la frecuencia F1 no expresa una diferencia significativa ($p > 0,05$) ante la F3 Y F2. Mientras que, F3 presentó una diferencia significativa ($p > 0,05$) ante el tratamiento F2. Y el tratamiento F1 (AB) no presenta una diferencia significativa ($p > 0,05$) ante el tratamiento F2 (B), por lo que llevan una letra en común. Por ende, la aplicación de dos frecuencias mejora el rendimiento siendo los días 90 y 130 después de la siembra los mejores rendimientos obtenidos.

Una investigación realizada en Perú, demostró que los mejores resultados hablando del rendimiento del cultivar de papa fue el tratamiento donde se aplicó 100 ml en 20 litros de agua del fertilizante foliar Folirey 20-20-20, (20% de Potasio), aplicado cada 15 días por, lo cual dio un total de 5 aspersiones del producto Folirey, el rendimiento por planta bordea los 2,5 kilogramos, 700 gramos más frente al tratamiento testigo (Floríndez, 2018).

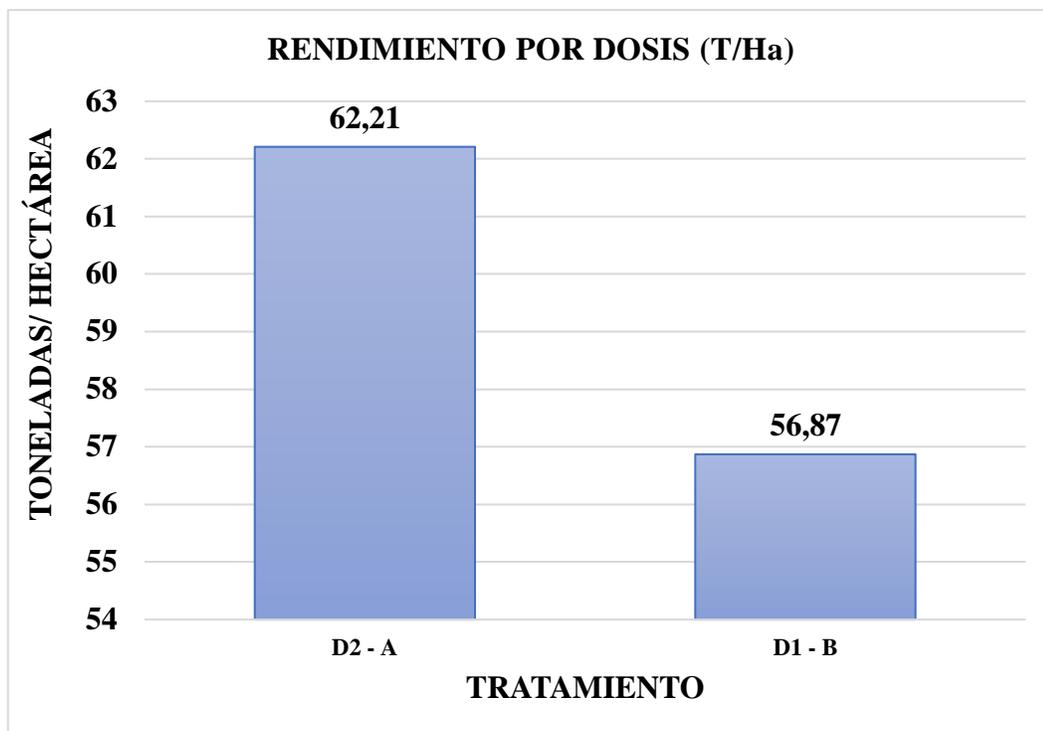


FIGURA 3. PRUEBA TUKEY AL 5%, RENDIMIENTO POR DOSIS (T/Ha)

Tal como muestra la **Figura 5**, al comparar las 2 dosis, estadísticamente existe una diferencia significativa ($p > 0,05$) entre la Dosis 1 y Dosis 2. Por lo tanto, dos aplicaciones de 1000 gr de MF KABOR/200 L. agua incrementa el rendimiento.

Un estudio desarrollado por la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo en Perú, determina que, aplicando una dosificación de 0,75%, de Potasio y 0,15 % Boro, el rendimiento fue mucho más alto alcanzando 48 T/Ha, demostrando una diferencia estadísticamente diferente, frente a la dosis al 0.5% de Potasio y 0.15% de Boro con un rendimiento de 42 T/Ha. (Barreto Igarto, 2021).

5.2 TAMAÑO DEL TUBÉRCULO

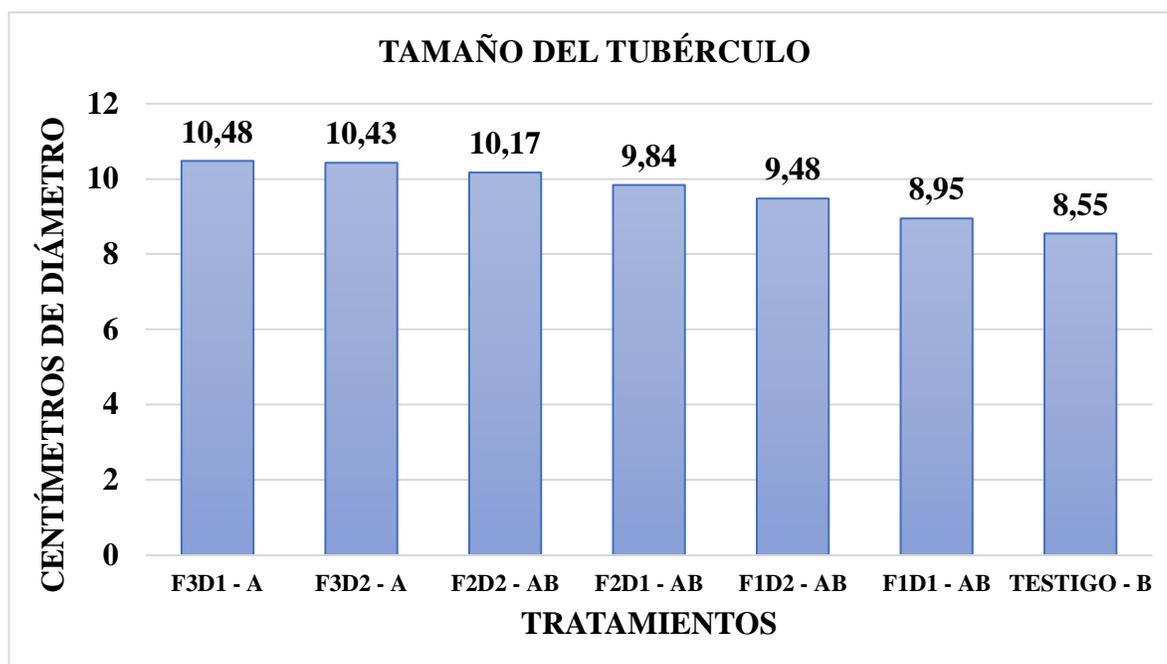


FIGURA 4. PRUEBA TUKEY AL 5%, TAMAÑO DEL TUBÉRCULO (EXPRESADO EN CENTÍMETROS)

En la **Figura 6**, se puede observar que estadísticamente los tratamientos: F2D2, F2D1, F1D2 y F1D1, no son significativamente diferentes y llevan una letra en común (AB) ($p > 0,05$). Los tratamientos: F3D1 y F3D2, no muestran una diferencia significativa ($p > 0,05$), obteniendo diámetros de 10,4 centímetros. Por lo expuesto, la frecuencia 3 aplicada tanto en la dosis 1 como en la dosis 2 obtiene un calibre de tubérculo de primera.

Según (Zeas et al., 2010), en su investigación realizada en el cultivo de papa Variedad Chaucha, realizado en la parroquia Tomebamba, cantón Paute, demuestra que, al realizar una aplicación de Boro y Potasio en el estado fenológico de llenado de tubérculos y engrose del tubérculo (65 días después de la siembra) se obtiene un tamaño promedio de diámetro de 12,90 centímetros catalogado como de Primera en la variedad Chaucha, así mismo detalla que la clase locrera bordea los 6,90 centímetros de diámetro.

5.3 RELACIÓN COSTO BENEFICIO

Para determinar la relación costo beneficio de la aplicación de MF KABOR en dos dosis y tres frecuencias en el cultivo de papa, Variedad Única, se determinaron los costos de producción para 10000 metros cuadrados (Ha) (**Anexo 7**).

TABLA 6. COSTOS DE PRODUCCIÓN (HA)

TRATAMIENTO	COSTO PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTO (USD)/Ha	COSTO PRODUCCIÓN (USD)/Ha	COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN (USD)/HA
F1D1	1780,4	1646,82	3427,22
F2D1	1561,9	1646,82	3208,72
F3D1	1706,45	1646,82	3353,27
F1D2	1734,4	1646,82	3381,22
F2D2	1787,9	1646,82	3434,72
F3D2	2003,05	1646,82	3649,87
TESTIGO	1676	1646,82	3322,82

La diferencia entre el costo de producción por tratamiento (Ha) y el costo de producción (Ha), determinaron que costo de producción más alto obtenido fue el tratamiento F3D2 con 3649,87 dólares de inversión por hectárea, el tratamiento de menor costo de producción fue F2D1, con un gasto total de 3208,72. Mientras que los tratamientos F1D1, F3D1, F1D2 y F2D2 mostraron una diferencia no distintiva. Los tratamientos con Dosis 2, muestran mayor costo de producción debido a que se empleó el doble de MF KABOR y por ende los gastos fueron mayores. El tratamiento testigo registró 3322,82 dólares de inversión.

En la investigación realizada por la Universidad Nacional de Chimborazo en la parroquia San Juan, del cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo se determinó que los costos de producción para una hectárea de papa son 3303,30 dólares. El costo se ve justificado en la

preparación del suelo, semilla, siembra, fertilización, labores agrícolas, controles fitosanitarios, cosecha y poscosecha. (Aucancela, 2017)

5.3.1 Ingresos Por Ventas

Se determinó la cantidad de quintales (45,5 Kg) alcanzados en cada tratamiento. El costo del quintal de 45,5 kilogramos de papa variedad Única para marzo del 2021 (Fecha de venta), fue de 14 dólares en promedio mensual. (Empresa Pública Municipal Mercado Mayorista Ambato Lista de Precios, 2021). De esta manera se consiguió la venta total.

TABLA 7. INGRESOS POR VENTAS (HA)

Tratamiento	Rendimiento (Quintal 45,5 kg)	Costo (Quintal 45,5 Kg)	VENTA TOTAL (USD)
F1D1	1326	14	18564
F2D1	1162	14	16268
F3D1	1261	14	17654
F1D2	1284	14	17976
F2D2	1327	14	18578
F3D2	1489	14	20846
TESTIGO	1088	14	15232

El tratamiento F2D2 alcanzó la mayor utilidad con 20846 dólares por concepto de 1489 quintales vendidos. Seguidamente el tratamiento F2D2 y F1D1 alcanzaron ganancias superiores a 18500 dólares. El tratamiento F1D2 y F3D1, sumaron cifras de más de 17600 dólares respectivamente. El tratamiento F2D1 y Testigo, lograron 16268 y 15232 dólares respectivamente.

TABLA 8. UTILIDAD OBTENIDA POR TRATAMIENTO (HA)

TRATAMIENTO	COSTO TOTAL (USD)	INGRESO TOTAL (USD)	UTILIDAD (USD)
F1D1	3427,22	18564	15136,78
F2D1	3208,72	16268	13059,28
F3D1	3353,27	17654	14300,73
F1D2	3381,22	17976	14594,78
F2D2	3434,72	18578	15143,28
F3D2	3649,87	20846	17196,13
TESTIGO	3322,82	15232	11909,18

La utilidad obtenida es el resultado de la diferencia entre el costo total y el ingreso total. El tratamiento F3D2 tuvo mayor utilidad con 17196,13 dólares. Consecutivamente, los tratamientos F2D2 y F1D1 sobrepasaron los 15000 dólares. De igual forma, los tratamientos F1D2 y F3D2 rondaron los 14500 dólares. Finalmente, el tratamiento Testigo y F2D1 lograron 110909 y 13059 dólares respectivamente.

5.3.2 Relación Costo Beneficio

Para la obtención de la relación costo beneficio se utilizó las siguientes fórmulas, como muestran los datos expuestos (**Tabla 10**).

$$FACTOR DE ACTUALIZACIÓN = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Tasa de interés anual $i = 11\%$ a marzo 2021

Periodo $n = 6$ meses ciclo del cultivo

$$RCB = \frac{Beneficio\ neto\ actualizado}{Costo\ total\ actualizado}$$

(Saquina, 2012)

Donde:

CT= Costo Total

IT= Ingreso Total

FA= Factor de Actualización

CTA= Costo Total Actualizado

BNA = Beneficio Neto Actualizado

TABLA 9. RELACIÓN COSTO BENEFICIO (HA)

TRATAMIENTO	CT (USD)	IT (USD)	FA	CTA (USD)	BNA (USD)	RCB (USD)
F1D1	3427,22	18564	0,9479	3615,59	14948,41	4,13
F2D1	3208,72	16268	0,9479	3385,08	12882,92	3,81
F3D1	3353,27	17654	0,9479	3537,58	14116,42	3,99
F1D2	3381,22	17976	0,9479	3567,06	14408,94	4,04
F2D2	3434,72	18578	0,9479	3623,50	14954,50	4,13
F3D2	3649,87	20846	0,9479	3850,48	16995,52	4,41
TESTIGO	3322,82	15232	0,9479	3505,45	11726,55	3,35

Por cada dólar invertido se obtiene:

TABLA 10. COSTO/BENEFICIO

TRATAMIENTO	C/B (USD)
F1D1	4,13
F2D1	3,81
F3D1	3,99
F1D2	4,04
F2D2	4,13
F3D2	4,41
TESTIGO	3,35

La relación utilizada para evaluar se basa en las siguientes cuantificaciones:

Relación C/B mayor que 1: El ingreso es mayor al gasto, por lo que el proyecto es aconsejable.

Relación C/B igual a 1: El ingreso es igual a la inversión, por lo tanto, el proyecto no es factible.

Relación C/B menor que 1: El ingreso es menor frente a lo invertido, por consiguiente, el proyecto no es viable. (García & Galindo, 2014)

Todos los tratamientos expuestos son mayores a uno, por ende, todos son aconsejables. El tratamiento F3D2 es el más rentable, debido a que por cada dólar invertido se obtiene 4,41 dólares. Con los tratamientos F1D1 y F2D2, se obtienen 4,13 dólares por cada dólar invertido. De la misma forma el tratamiento F1D2 y F3D1 alcanzaron 4,04 y 3,99 dólares por cada dólar. Finalmente, el tratamiento F2D1 y Testigo obtuvieron 3,81 y 3,35 dólares de ganancia por cada dólar de inversión. El alto índice de ganancia obtenido en todos los tratamientos se deriva a que el precio al que se logró la venta estuvo en un promedio de 14 dólares, precio que es rentable.

5.3.3 Punto De Equilibrio

La fórmula empleada para hallar el punto de equilibrio es:

$$(P \times U) - (Cvu \times U) - CF = 0$$

Donde:

CVU = Costo Variable Unitario (Quintal 45,5 Kg)

PVU = Precio de venta unitario

CF = Costos fijos

Qe = Producción de equilibrio (Quintal 45,5 Kg)

U = Unidades a vender.

Qe = Producción de equilibrio (Tanaka, 2001)

TABLA 11. PUNTO DE EQUILIBRIO (HA)

Tratamiento	CVU	PVU (USD)	CF (USD)	Qe	Qe (USD)	CVU X Qe (USD)	CF (USD)
F1D1	2,58	14	3427,22	300	4201,50	774,28	3427,22
F2D1	2,76	14	3208,72	285	3996,63	787,91	3208,72
F3D1	2,66	14	3353,27	296	4139,84	786,57	3353,27
F1D2	2,63	14	3381,22	297	4163,33	782,11	3381,22
F2D2	2,59	14	3434,72	301	4214,38	779,66	3434,72
F3D2	2,45	14	3649,87	316	4424,08	774,21	3649,87
TESTIGO	3,05	14	3322,82	303	4248,35	925,53	3322,82

Se determinó que el punto de equilibrio para los tratamientos Testigo, F1D1 y F2D2 debe rondar los 300 quintales (45,5 kg) por hectárea. Los tratamientos F3D1 y F1D2 deben producir un mínimo de 296 quintales (45,5 kg), por hectárea. El tratamiento F2D1 es el que menos debe cumplir con 285 sacos de 45,5 kg por hectárea respectivamente y 316 el tratamiento F3D2. De esta manera se puede determinar cuánto es lo mínimo que puede producir el proyecto para no tener una pérdida. El precio de venta unitario es relativamente alto, por lo que se necesita de menos quintales para alcanzar el punto de equilibrio.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1 CONCLUSIONES

Dentro del análisis de la aplicación foliar de MF KABOR en tres frecuencias y dos dosis en el rendimiento de un cultivar de papa (*Solanum tuberosum*) en el cantón Mocha, se determina que, el mejor tratamiento es F3D2 (significativamente diferente ($p > 0,05$)), consiguiendo un rendimiento de 67.79 toneladas de papa de Primera por hectárea, con dos aplicaciones de 1000 gr de MF KABOR/200 L. agua, a los 90 y 130 días después de la siembra respectivamente.

La conclusión nos deja que, las mejores frecuencias en el rendimiento del cultivar papa (*Solanum tuberosum*) con la aplicación de MF KABOR, presentan los tratamientos F3 y F2 (no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)), 90 -130; 90 - 120 días después de la siembra, con rendimientos de 62,6 T/Ha y 59,39 T/Ha respectivamente. En este sentido, para el tamaño del tubérculo enfatizan los tratamientos F3 y F2 (no muestran diferencia estadística ($p > 0,05$)), con resultados de 10,46 y 10,01 centímetros de diámetro correspondientemente.

En base a la investigación se concluye que, la mejor dosis de MF KABOR en un cultivar de papa (*Solanum tuberosum*) es el tratamiento D2, empleando 1000 gramos de MF KABOR en 200 litros de agua, en dos aplicaciones, alcanzando un rendimiento de 62,21 T/Ha, significativamente diferente ($p > 0,05$), frente a la Dosis 1 con 56,87 T/Ha.

Finalmente podemos concluir que, la relación costo beneficio es mayor a uno en todos los tratamientos, lo que significa que el proyecto es rentable, siendo el mejor

tratamiento F3D2 con dos aplicaciones de 1000 gramos de MF KABOR a los 90 y 130 días después de la siembra, obteniendo 4,41 dólares por cada dólar invertido en el proyecto, esto debido a que, el precio de venta es económicamente provechoso y la producción obtenida alcanza índices superiores.

6.2 RECOMENDACIONES

Reconocer el estado fenológico del cultivo de la papa para la aplicación foliar del fertilizante inorgánico MF KABOR, esto depende de la variedad, en este estudio se recomienda la aplicación de MF KABOR en la etapa fenológica de floración en la parte aérea y engrose en la parte subterránea, en este caso es la frecuencia 3 (90 y 130 días después de la siembra), debido a que proporciona mejores rendimientos en la variedad de papa Única, recalando que esta variedad es relativamente tempranera, alcanzando un tiempo de madurez fisiológica que puede alcanzar los 5 meses.

Para la utilización de MF KABOR en base a las dosis recomendadas, se necesitan condiciones climáticas con temperaturas que oscilen los 13 y 19 grados centígrados, humedad relativa del 80% y poca cantidad de sol, con el fin de que la planta no pueda sufrir ningún tipo estrés, por lo que se recomienda evitar realizar las aplicaciones con temperaturas altas, exuberante sol y humedad relativa baja.

6.2 BIBLIOGRAFÍA

- Argenpapa. (2017). Ecuador: Tungurahua tiene alta producción de papa. El Portal de Papa En Argentina, 1–2.
- Aucancela, M. (2017). SISTEMA DE COSTOS PARA PLANTEAR UN ESQUEMA PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPAS, EN LA DETERMINACIÓN DE PRECIOS DE VENTA, EN LA ZONA DE SAN JUAN PARA EL PERÍODO 2015.
- Barreto Igarito, R. M. (2021). UNIVERSIDAD NACIONAL "EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE POTASIO Y BORO EN. In Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Barreto, R. (2020). Efecto de la aplicación foliar de potasio y boro en el rendimiento del cultivo de papa (*solanum tuberosum l.*) Variedad Yungay, en Independencia - Huaraz - Ancash 2019.
- Bolaños, A. (2015). EVALUACIÓN DE DIFERENTES ORÍGENES DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum L.*) PROVENIENTES DE TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN DOS LOCALIDADES DE LA SIERRA ECUATORIANA.
- Calderón, E. (1977). Fruticultura General (fruticultura I).
- Camacho, E. (2018). Evaluación de características agroindustriales en cuatro genotipos de papa (*Solanum tuberosum L.*) bajo dos niveles de fertilización.
- Cervantes, N., & Huamán, P. (2019). Respuesta de la aplicación foliar de tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de calcio y boro en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), cultivar UNICA, en la zona alta del valle de Ica.

Cóndor, B. (2018). Identificación de papas producidas y cultivadas en la provincia de Tungurahua: sus características y sugerencia de usos en la cocina diaria.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2000). Manejo Integrado Del Cultivo de la Papa.

Domínguez, M. (2015). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE DOS CATEGORIAS DE SEMILLA (Prebásica y Seleccionada) CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGANOMINERAL EN LA VARIEDAD DE PAPA SUPERCHOLA (*Solanum tuberosum*). PINTAG, PICHINCHA.

Egúsqüiza, B. (2000). La papa: producción, transformación y comercialización.

Empresa Pública Municipal Mercado Mayorista Ambato Lista de Precios. (2021). Empresa Pública Municipal Mercado Mayorista Ambato Lista de Precios Marzo.

Floríndez, D. (2018). Respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilizante foliar (Folirey 20-20-20) y dos frecuencias de aplicación, en el rendimiento y calidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Amarilis, Caserío el Calvario-Bellandina, provincia Chota, departam.

GAD Mocha. (2014). I. DIAGNÓSTICO – SITUACIÓN ACTUAL Mocha. 1–47.

García, N., & Galindo, E. (2014). “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO E INTEGRACIÓN DE LA CADENA DE COMERCIALIZACIÓN DE PAPA NATIVA EN EL MERCADO DE QUITO, PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES DEL CANTON SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, A TRAVÉS DEL MODELO ASOCIATIVO.”

Garrido, F., León, E., Román, A., & Cevallos, P. (2018). Metodología aplicada al cultivo de papa (*Solanum tuberosum l. var cecilia*) con nutrición foliar con 2 soluciones nutritivas

y 4 dosis. Cuadernos de Educación y Desarrollo, 99.

INEC. (2020). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020.

INIAP. (2017). VII CONGRESO ECUATORIANO DE LA PAPA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.

Inostroza, J., Méndez, P., Espinoza, N., Acuña, I., Navarro, P., Cisternas, E., & Larraín, P. (2017). Manual del cultivo de la Papa en Chile.

Instituto de la Potasa y el Fósforo. (1997). MANUAL INTERNACIONAL DE FERTILIDAD DE SUELO.

International Potato Center. (2003). Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador.

Izaskun, A. (2011). RESPUESTA DE LA APLICACIÓN DE UN FERTILIZANTE FOLIAR SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD INDUSTRIAL DE PAPA cv. INNOVATOR.

Mafla, H. (2019). Formas de obtención de semilla de papa súper chola en el sector de la Purificación, cantón Huaca.

Microfertisa. (2016). MANUAL TÉCNICO DE FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS.

Microfertisa S.A. (2018). Microfertisa. Línea Fertilizantes Foliare.

Mullo, F. (2018). Producción de Semilla Prebásica de Papa (*Solanum tuberosum*).

Noroña, J., & Tipanquiza, J. (2010). EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDADES “INIAP-NATIVIDAD;

INIAP ESTELA”; VERSUS UN TESTIGO, LA VARIEDAD TRADICIONAL “BOLONA” EN EL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY”.

Pérez, W., & Forbes, G. (2011). Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina.

Puetate, L. (2019). “Alternativas de fertilización para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) con el empleo de micorrizas, microorganismos solubilizadores de fósforo y biol de producción local en El Ejido, Montúfar, Carchi.”

Romero, C. (2019). “RENDIMIENTO DE SEMILLA PRE BÁSICA DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CHAUCHA ROJA, PROVENIENTE DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AEROPÓNICO.”

Romo, Y. (2016). “Evaluación de la técnica de Selección Positiva en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* sp.) para la obtención de semilla en la Finca Experimental San Francisco, Cantón Huaca, Provincia del Carchi.”

Sánchez, J., López, A., & Rodríguez, E. (2005). Determinación de las etapas críticas en el desarrollo fenológico del cultivo de la papa *Solanum phureja*, frente al ataque de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Lepidóptera: Gelechiidae). *Agronomía Colombiana*, 23(2), 230–238.

Saquina, S. (2012). PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULO SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum*), CATEGORÍA PREBÁSICA UTILIZANDO BIOL EN UN SISTEMA AEROPÓNICO EN EL CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA.

Segura, A., Triviño, A., & Silva, L. (2007). Comportamiento de la papa criolla (*Solanum phureja* Just et Buk) a calcio y boro en un suelo del departamento de Cundinamarca, Colombia. *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 20(2), 75–84.

- Tanaka, G. (2001). Análisis de Estados Financieros Para la Toma de Decisiones.
- Taramuel, C. (2016). Evaluación de métodos agroecológicos para el control de gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) en Chicho Caico, Cristóbal Colón, Montúfar, Carchi.
- Tigse, N. (2018). Evaluación del metalosato de potasio (Merit rojo) en tres dosis y tres épocas de aplicación en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad superchola.
- Toctaguano, V. (2019). Evaluación del efecto del poliacrilato de potasio sobre la productividad del cultivo de papa chaucha, en suelos del CADER.
- Trinidad, A., & Aguilar, D. (1999). FERTILIZACION FOLIAR, UN RESPALDO IMPORTANTE EN EL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 247.
- Villacreses, V. (2019). “INCIDENCIA DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA DE PAPA (*Solanum tuberosum L.*) VARIEDAD CHAUCHA EN EL SISTEMA AEROPÓNICO, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL QUEROCHACA, TUNGURAHUA, ECUADOR.”
- Vizcaíno, F. (2017). “Evaluación de tres tipos de sustratos en la producción de semilla básica de papa variedad súper chola (*Solanum tuberosum L.*), bajo condiciones de invernadero.”
- Yfran, M., Marco, C., Píccoli, A., Giménez, L., Rodríguez, V., & Martínez, G. (2017). Fertilización Foliar Con Potasio, Calcio Y Boro. Incidencia Sobre La Nutrición Y Calidad De Frutos En Mandarino ‘ Nova .’ *Cultivos Tropicales*, 38(4), 22–29. <https://doi.org/10.1234/ct.v38i4.1399>
- Yupangui, L. (2016). VALIDACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL INTERNO DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULO-SEMILLA, EN LA VARIEDAD INIAPLIBERTAD. CADER.

Zeas, G., León, W., & Rojas, A. (2010). EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CHAUCHA CON EL MANEJO FISIONUTRICIONAL FRENTE AL MANEJO TRADICIONAL EN LA HACIENDA SAN PATRICIO UBICADA EN LA PARROQUIA TOMBAMBÁ DEL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY.

6.4 ANEXOS

ANEXO 1. ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO, ROTULACIÓN, DELIMITACIÓN DEL ÁREA Y TOMA DE DATOS



ANEXO 2. DATOS RECABADOS EN EL ÁREA EXPERIMENTAL

Altitud	3400 m.s.n.m.
Coordenadas	1°23'54" S 78°39'41" O
Temperatura ambiental	13 grados centígrados
Humedad relativa	71%
Ancho del camino	0.40 metros
Ancho del surco	0.90 metros
Altura de la planta	0.80 metros
Variedad	Única
Número de surcos	7
Unidades experimentales	21
Número de tallos/planta	9
Estado fenológico	Floración
Siembra del cultivo	10 de septiembre del 2020
Fecha de intervención en el cultivo	11 de diciembre del 2020

ANEXO 3. TRATAMIENTOS, DOSIS Y FECHA DE APLICACIÓN

TRATAMIENTO	DOSIS	FECHA DE APLICACIÓN
110 días después de la siembra.	500 gramos	Jueves 31 de diciembre del 2020.
	1000 gramos	
120 días después de la siembra.	500 gramos	Domingo 10 de enero del 2021
	1000 gramos	
130 días después de la siembra.	500 gramos	Miércoles 20 de enero del 2021.
	1000 gramos	

ANEXO 4. RENDIMIENTOS OBTENIDOS EN CADA REPETICIÓN (T/HA)

TRATAMIENTOS	NÚMERO DE PLANTAS	PROMEDIO REPETICIONES		
		I	II	III
TESTIGO	9	48,15	49,07	51,39
F1D1	9	59,57	64,2	57,25
F2D1	9	50,15	50	58,49
F3D1	9	58,02	56,94	57,25
F1D2	9	64,04	55,25	56,02
F2D2	9	62,35	62,38	56,48
F3D2	9	64,32	68,21	70,83

ANEXO 5. PROMEDIO DE RENDIMIENTO POR TRATAMIENTO (T/HA)

TRATAMIENTOS	PROMEDIO TRATAMIENTO
TESTIGO	49,54
F1D1	60,34
F2D1	52,88
F3D1	57,40
F1D2	58,44
F2D2	60,40
F3D2	67,79

ANEXO 6. DATOS DE RENDIMIENTO

T	R	PLANTA									\bar{x}	Rendimiento T/ha
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
TESTIGO	T1	2,00	2,60	1,50	1,60	1,50	1,70	1,30	2,00	1,40	1,73	48,15
TESTIGO	T2	2,30	2,20	1,80	1,30	1,70	1,60	1,60	1,60	1,80	1,77	49,07
TESTIGO	T3	2,25	2,00	1,70	1,45	1,95	2,10	1,70	2,00	1,50	1,85	51,39
F1D1	R1	2,45	1,60	1,65	1,40	2,75	2,05	2,75	2,10	2,55	2,14	59,57
F1D1	R2	2,50	2,00	2,40	1,95	2,55	2,30	2,45	2,55	2,10	2,31	64,20
F1D1	R3	2,10	1,85	2,10	1,85	2,05	2,45	2,35	2,05	1,75	2,06	57,25
F2D1	R1	1,60	1,50	2,15	2,00	1,95	1,90	2,15	1,65	1,35	1,81	50,15
F2D1	R2	1,55	2,05	2,15	1,25	2,10	1,75	1,45	2,25	1,65	1,80	50,00
F2D1	R3	2,00	1,95	1,80	2,65	1,90	2,15	2,25	2,05	2,20	2,11	58,49
F3D1	R1	2,20	2,45	2,60	1,75	1,90	1,55	2,00	2,60	1,75	2,09	58,02
F3D1	R2	2,60	2,25	1,75	2,10	1,75	1,90	2,05	1,95	2,10	2,05	56,94
F3D1	R3	2,15	1,75	2,75	2,25	1,80	1,65	1,95	2,55	1,70	2,06	57,25
F1D2	R1	1,50	2,30	2,00	2,40	2,30	2,90	2,95	2,25	2,15	2,31	64,04
F1D2	R2	2,20	1,55	1,45	2,40	2,70	2,20	1,60	2,00	1,80	1,99	55,25
F1D2	R3	1,70	2,50	1,65	2,45	1,40	2,00	2,40	2,00	2,05	2,02	56,02
F2D2	R1	2,10	2,45	2,15	2,20	1,60	2,00	2,20	2,50	3,00	2,24	62,35
F2D2	R2	2,70	2,10	2,70	1,60	2,60	1,66	2,50	2,00	2,35	2,25	62,38
F2D2	R3	1,90	2,50	2,20	1,50	1,70	2,30	2,10	2,20	1,90	2,03	56,48
F3D2	R1	2,20	1,90	2,00	1,70	2,30	2,20	2,49	3,00	3,05	2,32	64,32
F3D2	R2	2,90	1,70	3,20	2,80	2,20	2,60	2,20	2,20	2,30	2,46	68,21
F3D2	R3	1,70	2,20	1,70	2,30	2,50	3,50	3,00	2,85	3,20	2,55	70,83

T = Tratamientos

R = Repetición

\bar{x} = Promedio

ANEXO 7. COSTOS DE PRODUCCIÓN

LABOR	FECHA	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)	
Preparación de terreno	25/8/2020	Arado de disco	Hora	4	15.00	120	
		Rastra		2			
		Surcado		2			
Siembra	10/9/2020	Mano de obra	Peón	4	10.00	40	
		Fertilizante	18-46-00	qq	7	37.00	259
			Micronf os	lb	8	1.00	8

FUMIGACIÓN	10/11/2020	Curacron x100	cc	2	3.00	6
		Engeo x100	cc	2	9.22	18,44
		Acidurex x125	gr	2	4.50	9
		Forum x100	gr	2	9.98	19,96
		Nucleus x1000	cc.	2	6.84	13,68
Deshierbe y tape de abono	20/11/2020	Mano de obra	Peón	8	10.00	80
		Fertilizante 10-30-10	qq	8	35.00	280
Fumigación	16/11/2020	Redux x100	cc	2	2.75	5,5
		Katalic x500	gr	2	8.50	17
		Koctel x500	gr	2	8.70	17,4
		Dimilin x250	gr	2	8.65	17,3
		Satisfar x100	gr	2	12.00	24
		Microriego Menores x500	gr	2	5.00	10
Aporque	30/11/2020	Mano de obra	Peón	8	10.00	80
		Fertilizante 8-20-20	qq	6	22.50	135
Fumigación	8/12/2020	Dimilin x250	gr	2	8.65	17,3
		Curacron x100	cc	2	3.00	6
		Satisfar x100	gr	2	12.00	24
		Forum x100	gr	2	9.98	19,96
		Katalic x500	gr	2	8.50	17
		Fosfito de Potasio x500	cc	2	5.00	10
Fumigación	31/12/2020	Satisfar x100	gr	3	12.00	24
		Forum x100	gr	3	9.98	19,96
		Koctel x500	gr	3	8.70	17,4
		BoroZinco x500	cc	2	8	16
		Newmectin x100	cc	3	12	36
		Confidor x100	cc	3	10.70	32,1
Fumigación	17/1/2021	Oxithane x500	gr	3	7.16	21,48
		Satisfar x100	gr	3	12.00	36
		Rayco	cc	3	8.00	24
Alimentación	Todo el ciclo	Desayuno – Almuerzo	Alimento	20	2.25	45
Transporte	Todo el ciclo	Combustible	Galón Extra	54	1.85	99,99
Gasolina Bomba estacionaria	Fumigaciones	Combustible	Galón Extra	11	1.85	20,35
					361,29	1646,82
					SUBTOTAL	TOTAL

ANEXO 8. PROMEDIO DEL TAMAÑO DE TUBÉRCULOS OBTENIDOS EN CADA REPETICIÓN (EXPRESADO EN CENTÍMETROS)

TRATAMIENTOS	NÚMERO DE TUBÉRCULOS	PROMEDIO REPETICIONES		
		I	II	III
TESTIGO	10	8,26	8,65	8,75
F1D1	10	8,93	8,85	9,07
F2D1	10	10,04	8,77	10,72
F3D1	10	11,1	9,78	10,56
F1D2	10	9,6	9,49	9,35
F2D2	10	9,45	10,99	10,06
F3D2	10	10,54	10,52	10,23

ANEXO 9. PROMEDIO DEL TAMAÑO DE TUBÉRCULOS OBTENIDOS POR TRATAMIENTO (EXPRESADO EN CENTÍMETROS)

TRATAMIENTOS	PROMEDIO TRATAMIENTO
TESTIGO	8,55
F1D1	8,95
F2D1	9,84
F3D1	10,48
F1D2	9,48
F2D2	10,17
F3D2	10,43

ANEXO 10. DATOS DE TAMAÑO DEL TUBÉRCULO

T	R	TUBÉRCULO										\bar{x}	CM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
TESTIGO	T 1	91,5	87,8	78,3	92,3	79,9	82,1	75,1	79,9	75,7	83,8	82,64	8,26
TESTIGO	T 2	92,8	84,1	85,7	93,5	86,1	83,5	92,5	74,3	82,3	90,2	86,5	8,65

TESTIG O	T 3	88,5	89,3	84,3	88,6	91,4	87,3	90,1	73,7	89,4	92,6	87,52	8,75
F1D1	R 1	98	90,2	87,6	114	83,2	75,7	82,9	85,4	86,2	89,5	89,27	8,93
F1D1	R 2	95,4	99,9	91,7	80,5	83,6	78,2	79,3	102, 5	84,9	89,1	88,51	8,85
F1D1	R 3	100	97	98,1	84,2	83,9	77,9	88,1	90,2	91,8	95,5	90,67	9,07
F2D1	R 1	98,5	89,8	83,1	84,6	188, 1	87,2	89,1	100, 1	92,6	91,3	100,4 4	10,0 4
F2D1	R 2	99,5	78,2	98,3	92,1	92,9	91,3	80,5	91	76,5	76,9	87,72	8,77
F2D1	R 3	106, 4	118	115, 2	130, 1	111, 3	88,2	101, 2	89,2	94,4	117, 7	107,1 7	10,7 2
F3D1	R 1	154, 2	141, 9	94,6	100, 2	104, 5	109, 8	97,5	94,3	119, 1	93,9	111	11,1 0
F3D1	R 2	123, 6	113, 5	94,7	101, 1	91,1	88,2	87,5	107, 3	80,8	90,5	97,83	9,78
F3D1	R 3	118, 1	109, 5	105, 6	120, 3	98,9	104, 8	114, 1	102, 7	90,1	91,9	105,6	10,5 6
F1D2	R 1	94,3	96,2	98,1	96,2	95,8	95,2	96,2	95,8	96,2	96,1	96,01	9,60
F1D2	R 2	95,6	94,7	94,8	94,9	98	94,8	95,4	94,5	92,4	93,5	94,86	9,49
F1D2	R 3	95,2	95,3	94,5	92,2	93,8	94	92,2	92,4	92,2	93,6	93,54	9,35
F2D2	R 1	94,3	96,2	96,1	91,3	92,2	96	92,1	92,3	94,2	100, 7	94,54	9,45
F2D2	R 2	116	107	117, 2	110, 1	107, 5	108	106	111	107, 6	108, 6	109,9	10,9 9
F2D2	R 3	111, 5	108, 9	98,5	93,9	98,1	96,5	99,9	100	93,2	105, 1	100,5 6	10,0 6
F3D2	R 1	102, 7	116, 5	104, 5	89,9	126, 9	109, 1	105, 4	92,2	102, 2	104, 1	105,3 5	10,5 4
F3D2	R 2	104, 2	110, 1	106, 9	105, 7	100	98,1	112, 1	100, 9	104, 1	109, 8	105,1 9	10,5 2
F3D2	R 3	104, 2	96,8	105, 5	106, 7	104, 1	99,1	107, 5	100, 4	99,8	99,2	102,3 3	10,2 3

T = Tratamientos

R = Repetición

\bar{X} = Promedio

ANEXO 11. FORMULACIÓN DE LA SOLUCIÓN CON ACIDUREX, REDUX Y MF KABOR



ANEXO 12. APLICACIONES DE LA SOLUCIÓN CON MF KABOR, CON LA BOMBA MOCHILA INTER DE 20 L.



ANEXO 13. PESAJE, MEDICIÓN Y ELABORACIÓN DE LA SOLUCIÓN A APLICAR.



ANEXO 14. TOMA DE DATOS EN LA COSECHA. RENDIMIENTO, PESAJE DE LA CANTIDAD DE TUBÉRCULOS OBTENIDOS POR CADA PLANTA.



ANEXO 15. TOMA DE DATOS A LA COSECHA. TAMAÑO DEL TUBÉRCULO, TOMA DE MEDIDAS DE 10 TUBÉRCULOS CON PIE DE REY.



ANEXO 16. TABULACIÓN DE DATOS ESTADÍSTICOS. TEST TUKEY AL 5%

RENDIMIENTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO	21	0,78	0,64	6,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	616,20	8	77,02	5,43	0,0047
BLOQUES	0,20	2	0,10	0,01	0,9928
TRATAMIENTOS	615,99	6	102,67	7,24*	0,0019
FRECUENCIA	106,54	2	53,27	3,75ns	0,0502
DOSIS	128,05	1	128,05	9,03*	0,0100
FRECUENCIA*DOSIS			124,00	2	62,00 4,37* 0,0345
TESTIGO VS. RESTO	257,40	1	257,40	18,15*	0,0011
Error	170,19	12	14,18		
Total	786,39	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,76182

Error: 14,1825 gl: 12

TRATAMIENTOS	Mediasn	E.E.
F3D2	67,79 3	2,17 A
F2D2	60,40 3	2,17 A B
F1D1	60,34 3	2,17 A B
F1D2	58,44 3	2,17 A B C
F3D1	57,40 3	2,17 A B C
F2D1	52,88 3	2,17 B C
TESTIGO	49,54 3	2,17 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,80018

Error: 14,1800 gl: 12

FRECUENCIA	Mediasn	E.E.
F3	62,60 6	1,51 A
F1	59,39 6	1,51 A B
F2	56,64 6	1,51 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,86769

Error: 14,1800 gl: 12

DOSIS	Mediasn	E.E.
D2	62,21 9	1,24 A
D1	56,87 9	1,24 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

TAMAÑO DEL TUBÉRCULO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TAMAÑO TUBERCULO	21	0,71	0,52	6,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10,12	8	1,27	3,71	0,0205
BLOQUES	0,20	2	0,10	0,30	0,7466
TRATAMIENTOS	9,92	6	1,65	4,85*	0,0098
FRECUENCIA	4,73	2	2,36	6,94*	0,0105
DOSIS	0,32	1	0,32	0,94 ^{ns}	0,3537
FRECUENCIA*DOSIS			0,26	2	0,13 0,38 ^{ns}
TESTIGO VS. RESTO	4,61	1	4,61	13,52*	0,0032
Error	4,09	12	0,34		
Total	14,21	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,66819

Error: 0,3408 gl: 12

TRATAMIENTOS	Mediasn	E.E.
F3D1	10,48 3	0,34 A
F3D2	10,43 3	0,34 A
F2D2	10,17 3	0,34 A B
F2D1	9,84 3	0,34 A B
F1D2	9,48 3	0,34 A B
F1D1	8,95 3	0,34 A B
TESTIGO	8,55 3	0,34 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO 17. COSTO DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTO (HA)

Tratamiento	Quintal 45,5 KG	Labor	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Uni. \$	Costo total \$
F1D1	1326	Cosecha	Mano de obra	peón	13	102	1326
			Piola	rollo	3	5	15
			Sacos	sacos	1326	0,2	265,2
			Desayuno - almuerzo	Alimentación	10	2,25	22,95
			Combustible	Galón Extra	70	1,85	129,5
		APLICACIÓN MF KABOR	MF KABOR x1000	gr	3	18,5	55,5
			Redux x100	cc	3	2,75	8,25
			Acidurex x125	gr	3	4,5	13,5
F2D1	1162	Cosecha	Mano de obra	peón	10	116,2	1162
			Piola	rollo	2	5	10
			Sacos	sacos	1162	0,2	232,4
			Desayuno - almuerzo	Alimentación	11	22,5	24,75
			Combustible	Galón Extra	60	1,85	111
		APLICACIÓN MF KABOR	MF KABOR x1000	gr	3	18,5	55,5
			Redux x100	cc	3	2,75	8,25
			Acidurex x125	gr	3	4,5	13,5
F3D1	1261	Cosecha	Mano de obra	peón	10	126,1	1261
			Piola	rollo	3	5	15
			Desayuno - almuerzo	Alimentacion	12	2,25	27
			Sacos	sacos	1261	0,2	252,2
			Combustible	Galón Extra	70	1,85	129,5
		APLICACIÓN MF KABOR	MF KABOR x1000	gr	3	18,5	55,5
			Redux x100	cc	3	2,75	8,25
			Acidurex x125	gr	3	4,5	13,5

						Total	1706,45
F1D2	1284	Cosecha	Mano obra de peón	10	128,4	1284	
			Piola rollo	3	5	15	
			Sacos sacos	1284	0,2	256,8	
			Desayuno - almuerzo Alimentación	12	2,25	27	
			Combustible Galón Extra	70	1,85	129,5	
		APLICACIÓN MF KABOR	MF KABOR x1000	gr	3	18,5	55,5
			Redux x100	cc	3	2,75	8,25
			Acidurex x125	gr	3	4,5	13,5
F2D2	1327	Cosecha	Mano obra de peón	10	132,7	1327	
			Piola rollo	3	5	15	
			Desayuno - almuerzo Alimentación	13	2,25	29,25	
			Sacos sacos	1327	0,2	265,4	
			Combustible Galón Extra	13	1,85	129,5	
		APLICACIÓN MF KABOR	MF KABOR x1000	gr	3	18,5	55,5
			Redux x100	cc	3	2,75	8,25
			Acidurex x125	gr	3	4,5	13,5
F3D2	1489	Cosecha	Mano obra de peón	10	148,9	1489	
			Desayuno - almuerzo Alimentación	14	2,25	31,5	
			Piola rollo	3	5	15	
			Sacos sacos	1489	0,2	297,8	
			Combustible Galón Extra	80	1,85	148	
		APLICACIÓN MF KABOR	MF KABOR x1000	gr	3	18,5	55,5
			Redux x100	cc	3	2,75	8,25
			Acidurex x125	gr	3	4,5	13,5
Tratamiento	SACOS DE 45,5 KG	Labor	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Uni. \$	Costo total \$

Testigo	1088	Cosecha	Mano obra de peón	10	108,8	1326	
			Piola rolo	2	5	10	
			Sacos sacos	1088	0,2	217,6	
			Desayuno - almuerzo Alimentación	10	2,25	22,5	
			Combustible Galón Extra	54	1,85	99,9	
		APLICACIÓN MF KABOR	MF KABOR x1000	gr	0	0	0
			Redux x100	cc	0	0	0
			Acidurex x125	gr	0	0	0
							Total