

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO**

Tema: “Evaluación de los sistemas agroforestal y convencional, aplicando abono orgánico (biosintato) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) para determinar su rendimiento, en la Finca San Vicente, Parroquia El Carmelo”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR(A): Iveth Nataly Jiménez Mora

TUTOR(A): MSc. Mora Quilismal Segundo Ramiro

Tulcán, 2021

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Jiménez Mora Iveth Nataly con el número de cédula 040209035-1 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación de los sistemas agroforestal y convencional, aplicando abono orgánico (biosintato) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) para determinar su rendimiento, en la Finca San Vicente Parroquia El Carmelo”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

MSc. Mora Quilismal Segundo Ramiro
TUTOR

MSc. Benavides Rosales Hernán Rigoberto
LECTOR

Tulcán, abril de 2021

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de ingeniería en desarrollo integral agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Jiménez Mora Iveth Nataly con cédula de identidad número 040209035-1 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Nataly Jiménez Mora', with a horizontal line drawn through it.

Jiménez Mora Iveth Nataly
AUTOR(A)

Tulcán, abril de 2021

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jiménez Mora Iveth Nataly declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Nataly Jiménez Mora', with a horizontal line drawn through it.

Jiménez Mora Iveth Nataly
AUTOR(A)

Tulcán, abril de 2021

AGRADECIMIENTO

A Dios, por regalarme vida y salud para poder cumplir con una de mis metas. Agradecida por sus bendiciones y por no dejarme sola en el camino.

A mis padres, mi más grande motivación y mayor fortaleza para seguir adelante y no rendirme. Agradezco tanto esfuerzo y dedicación.

A mis hermanos, Margot, Pilar, Denisse, Gladis y Henry, por su apoyo incondicional.

A mi tutor, y amigo MSc. Segundo Ramiro Mora, quien, con su apoyo, conocimiento y paciencia supo guiar de la mejor manera el desarrollo de esta investigación.

A mi lector, el MSc. Hernán Benavides por su valiosa ayuda al haberme facilitado las instalaciones de la su Finca para llevar a cabo mi investigación. Ya que sin su apoyo este proyecto no hubiese sido posible.

A la universidad Politécnica Estatal del Carchi, por brindarme la oportunidad de formarme ética y profesionalmente.

A todas aquellas personas que de una u otra manera me demostraron su cariño y su apoyo cuando más lo necesitaba.

DEDICATORIA

A Dios, por la vida, el coraje y el privilegio de poder estar viva y permitir que todos los seres que amo estén a mi lado acompañándome en cada uno de mis pasos.

A mis amados padres, mi fuerza y motor para superarme día a día y ser una gran persona. A mi madre Isabel Mora, mi más grande inspiración por ser una mujer admirable y valiente para enfrentar los momentos duros de la vida. A mi padre Segundo Jiménez, quien ha luchado inalcanzablemente por brindarme lo mejor.

A mis queridos hermanos, por regalarme sus consejos y ese cariño incondicional.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR.....	I
AUTORÍA DE TRABAJO.....	II
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
I. PROBLEMA.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	2
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4.3. Preguntas de Investigación	3
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	4
2.2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.2.1 El cultivo de papa.....	6
2.2.1.1 Origen	6
2.2.1.2. Papa variedad Superchola.....	6
2.2.1.3. Taxonomía del cultivo	7

2.2.1.4 Descripción Botánica.....	7
2.2.1.5 Fases fenológicas del cultivo de papa.....	10
2.2.1.6 Plantación.....	11
2.2.1.7 Densidad de plantación y efecto de tallos en la producción.....	12
2.2.1.8 Control de malezas.....	12
2.2.1.9 Aporque.....	13
2.2.1.10 Riego.....	13
2.2.1.11 Nutrición.....	14
2.2.1.12 Fertilización Química.....	14
2.3 Fertilizante orgánico Biosintato.....	18
2.3.1 Definición.....	18
2.5.1.1 Recomendaciones de uso.....	18
2.2.1.12 Principales Plagas y enfermedades en el cultivo de papa.....	19
2.2.1.13 Insecticidas para control de enfermedades.....	20
2.4 SISTEMA AGROFORESTAL.....	21
2.4.1 Definición.....	21
2.4.1.2 Importancia de los sistemas agroforestales.....	21
2.4.1.3 Función de un sistema agroforestal.....	22
2.4.1.4 Funciones negativas de los sistemas agroforestales.....	23
2.4.1.5 Aliso como alternativa de implementación en un sistema forestal.....	25
2.4.1.6 Importancia de sistemas forestales con aliso.....	25
2.5.Sistema Convencional.....	26
2.5.1 Características del sistema convencional.....	26
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	27

3.1.1. Enfoque	27
3.1.1.2 Tipo de Investigación.....	27
3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER	28
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	27
3.4. MÉTODOS UTILIZADO.....	29
3.4.1 Área de estudio	29
3.4.1.2 Duración de la investigación.....	29
3.4.1.3 Descripción y características del experimento.....	29
3.4.1.4 Población y muestra.....	29
3.4.1.5 Tratamientos	30
3.4.1.6 Variables evaluadas	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. RESULTADOS	33
4.1.1. Análisis Estadístico.....	33
4.1.1.1 Porcentaje de germinación de plantas a los 20 días post siembra.....	33
4.1.1.2 Altura de planta.....	34
4.1.1.3 Número de tallos	35
4.1.1.4 Rendimiento EN Kg/ha ⁻¹ total al finalizar el ciclo vegetativo del cultivo.....	37
4.1.1.5 Costo Beneficio.....	38
4.2 DISCUSIÓN	41
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1. CONCLUSIONES	43
5.2. RECOMENDACIONES	44
IV REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
V. ANEXOS.....	50

Anexo 1 Costo de producción por hectárea.....	50
Anexo2: Certificado o Acta del Perfil de Investigación.....	52
Anexo3: Certificado del abstract por parte de idiomas.....	53
Anexo 4. Sistema convencional y Sistema Forestal con el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	54
Anexo 5 toma de datos de las variables altura, y número de tallos.....	54
Anexo 6. Cosecha y clasificación del tubérculo.....	55
Anexo 7. Pesaje del tubérculo por categoría.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Tallos, estolón y raíces en crecimiento.....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 2 Inflorescencia de una planta de papa.....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 3 Frutos de planta de papa.....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 4 Fase fenológica del cultivo de papa.....	;	Error! Marcador no definido.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de papa.....	7	
Tabla 2. Recomendaciones de uso del bioestimulante Kelpak.....	15	
Tabla 3. Información Técnica de abono 8-20-20.....	;	Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Información Técnica de abono 10-30-10.....	17	
Tabla 5. Ingrediente activo de biofertilizante orgánico Biosintato.....	18	
Tabla 6 . Recomendaciones de uso del biofertilizante orgánico Biosintato, en el cultivo de papa.....	18	
Tabla 7. Principales Plagas y enfermedades en el cultivo de papa.....	19	
Tabla 8. Recomendaciones de uso de insecticida Eltra en el cultivo de papa.....	;	Error! Marcador no definido.

Comentado [s1]: Esto creo que va en romanos II, MIRAR BIEN EL FORMATO DE LAS TESIS, CREO QUE VA HASTA EL X

Comentado [U2R1]:

Tabla 9. Recomendaciones de uso de insecticida Curacron en el cultivo de papa.....	21
Tabla 10. Definición y operacionalización de variables.....	27
Tabla 11. Descripción y características del experimento.....	29
Tabla 12. Descripción de tratamientos.....	30
Tabla 13. ADEVA del porcentaje de germinación de plantas a los 20 días post siembra.....	33
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para variable germinación.....	34
Tabla 15. ADEVA de variable altura de planta.....	34
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para variable altura de planta.....	35
Tabla 17. ADEVA de variable número de tallos.....	36
Tabla 18. Prueba de tukey al 5% para variable número de tallos.....	36
Tabla 19 ADEVA para rendimiento total al final el ciclo vegetativo del cultivo.....	37
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para rendimiento total al finalizar el ciclo del cultivo de papa.;Err	
or! Marcador no definido.	
Tabla 21 . Relación costo - beneficio de cada tratamiento con un precio de \$5 el qq.....	38
Tabla 22. Relación costo - beneficio de cada tratamiento con un precio de \$13 el qq.....	39
Tabla 23. Relación costo - beneficio de cada tratamiento con un precio de \$20 el qq.....	40

RESUMEN

Comentado [U3R1]:

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar los sistemas agroforestal y convencional, aplicando abono orgánico (biosintato) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) para determinar su rendimiento. La investigación se realizó en la finca San Vicente ubicada en la parroquia el Carmelo-Cantón Tulcán. Para la realización del ensayo se empleó un diseño experimental con bloques completamente al azar. El experimento se implantó con 4 tratamientos y tres repeticiones, donde los tratamientos utilizados fueron; T1, (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato); T2 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato); T3, (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico biosintato); T4, (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato). Las variables que se tomó en cuenta para el análisis fueron: germinación a los 20 días, altura de planta, se tomó durante los primeros 20 días, luego a los 60 y finalizando a los 120 días del cultivo. De la misma manera la variable número de tallos. Al finalizar el ciclo del cultivo en un periodo de 5 meses, se procedió a su cosecha para realizar la clasificación del tubérculo en primera, segunda y tercera para posteriormente pesar.

Para el análisis de resultados obtenidos se empleó prueba de tukey al 5 %. Según los análisis realizados en esta investigación, los 4 tratamientos en estudio, en las variables evaluadas germinación, altura y número de tallos, no presentaron diferencias estadísticas significativas por lo que el cultivo tradicional responde de la misma forma dentro de los sistemas y con la interacción del fertilizante orgánico.

En el análisis del costo/beneficio, se puede decir que el T1 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), es el que mayor costo/beneficio tiene, en este se obtuvo una mayor inversión, pero se da una buena compensación en la producción final, a diferencia del T4 (Cultivo de papa implementado en un sistema

agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), donde, los costos son bajos debido a que existió menor incidencia de plagas y enfermedades, por tal motivo las fertilizaciones químicas para contrarrestar el problema, fueron menores a las del sistema convencional.

ABSTRACT

The present research work aims to evaluate the agroforestry and conventional systems, applying organic fertilizer (biosyntate) in the potato crop (*Solanum tuberosum*) to determine its yield. The research was carried out at the San Vicente farm located in the Carmelo-Cantón Tulcán parish. An experimental design with completely randomized blocks was used to carry out the trial. The experiment was implemented with 4 treatments and three repetitions, where the treatments used were; T1, (conventional system plus application of organic fertilizer, biosyntate); T2 (Agroforestry system without application of organic fertilizer, biosyntate); T3, (agroforestry system plus application of organic fertilizer, biosyntate); T4, (Conventional system without application of organic fertilizer, biosyntate). The variables that were taken into account for the analysis were: germination at 20 days, plant height, it was taken during the first 20 days, then at 60 and ending at 120 days of cultivation. In the same way the variable number of stems. At the end of the cultivation cycle in a period of 5 months, it was harvested to classify the tuber in first, second and third for subsequent weighing.

For the analysis of the results obtained, a 5% tukey test was used. According to the analyzes carried out in this research, the conventional system without and with application of organic biosyntate fertilizer and the forest system without and with the application of organic biosyntate fertilizer, in the variables evaluated germination, height and number of stems, did not present differences statistically significant, therefore, traditional cultivation responds in the same way within systems and with the interaction of organic manure.

For final yield, T1 (conventional system plus the application of organic fertilizer, biosyntate), generates higher levels, unlike T2 (Forest System without application of organic fertilizer, biosyntate), in which less quantity and smaller size of tubers, but of better quality.

In the cost / benefit analysis, it can be said that T1 (Conventional System plus application of organic fertilizer, biosyntate), is the one that has the highest cost / benefit, in this there was a

greater investment, but a good compensation is given. in final production, unlike T2 (Forest System without application of organic fertilizer, biosyntate), where costs are low due to the lower incidence of pests and diseases, for this reason chemical fertilizations to counteract the problem were lower than those of the conventional system.

INTRODUCCIÓN

La provincia del Carchi posee un sistema productivo basado en la agricultura y ganadería, esto se debe al clima que tiene dicha provincia, que la hace apta para llevar a cabo un gran sinnúmero de actividades agrícolas, que generan un grande potencial económico. La papa, es uno de los cultivos que mayor porcentaje de hectáreas de tierra ocupa. De acuerdo con ESPAC (2020), en el 2019 la superficie ocupada para el cultivo de papa a nivel Nacional fue de 20.626 hectáreas. La producción de mayor porcentaje se encuentra en la provincia del Carchi con un promedio del 43,56 %.

La FAO (2009), habla sobre la agricultura en el siglo XXI y dice que se enfrenta a múltiples retos, ejemplo; tiene que producir más alimentos y fibras a fin de alimentar a una población creciente con mano de obra menor y más materias primas para un mercado potencialmente enorme y ha de contribuir al desarrollo global de los numerosos países en desarrollo dependientes de la agricultura, por esta razón se debe adoptar métodos de producción más eficaces y sostenibles, que permitan adaptarse al cambio climático.

Los sistemas agroforestales se han convertido en aliados para llevar a cabo una agricultura más amigable que se encamine en la mejora del ecosistema y así perdurar la vida de muchas especies arbóreas, plantas y animales. Que son de vital importancia para la subsistencia de la vida humana.

Los sistemas agroforestales pueden asociarse a un sinnúmero de cultivos que van a estar beneficiados por las propiedades que contiene el emplear o interactuar uno o más cultivos en una misma parcela.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El suelo en la actualidad debe considerarse uno de los recursos renovables más importantes, ya que este cambia de forma continua y en él se realizan la mayoría de actividades agrícolas diariamente. La pérdida y degradación del mismo se ha convertido en uno de los mayores problemas que generan preocupación, en vista de la pérdida de nutrientes, a causa de la erosión volviendo así en su gran mayoría suelos con baja productividad. (Tapia, 2016)

La degradación continua y acelerada del suelo en Ecuador es crítica, debido a una sobreexplotación agropecuaria. Las áreas activas y potencialmente afectadas por la erosión ocupan alrededor de 47,9 % de la superficie territorial. Esta es la principal causa de baja productividad agropecuaria, que redundando en una agudización de la pobreza y a su vez incide en una mayor presión por los recursos naturales.

La FAO, (2018) dice que “la degradación responde a un proceso de transformación de zonas con vegetación natural hacia cultivos, pastizales y otros usos, lo que afecta seriamente a los ecosistemas. De la misma manera, se ha perdido suelo fértil y cobertura vegetal natural, debido en parte a malas prácticas agrícolas como son el uso excesivo de químicos, deforestación, monocultivos intensivos, falta de rotación de cultivos lo que genera perjuicios económicos al sector agropecuario”.

El enfoque de la agricultura convencional siempre ha buscado incrementar la producción de cosechas agrícolas sin considerar las consecuencias posteriores sobre el ambiente en el que se practica. Así ocurre, por ejemplo, con la labranza intensiva del suelo, práctica de monocultivo, uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos, el control químico de plagas y arvenses, uso intensivo de agua de pozos profundos para la agricultura y la manipulación de los ecosistemas, entre otras prácticas de la agricultura moderna. Estas son prácticas promovidas y aplicadas bajo el enfoque de la agricultura denominada convencional. No se debe descuidar y negar que la aplicación de las prácticas e innovaciones tecnológicas convencionales incrementan la producción agrícola, pero tampoco se puede negar que su práctica en actividades agrícolas deteriora los recursos naturales en forma considerable y ocasionalmente irreversible. (Unknown, 2015)

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las malas prácticas agrícolas y la deforestación son la principal causa de erosión del suelo, ya que, al no existir cubierta vegetal los suelos se ven afectados por la lluvia y el viento. Estos arrastran las partículas y nutrientes dejando suelos pobres y poco productivos.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El suelo es un sistema natural desarrollado a partir de una mezcla de minerales y restos orgánicos, bajo la influencia del clima y del medio biológico, se considera de vital importancia para la subsistencia de la vida ya que en él se desempeñan funciones como la producción de biomasa, regulación medioambiental, hábitat biológico, reserva genética, regulación del clima, sostenimiento para nuestras viviendas, fuente de materias primas y además fuente primordial de alimento. (Morales, 2018)

Debido a que la mayoría de agricultores de las zonas rurales, el mayor porcentaje de ocupación del suelo es utilizado en el establecimiento de monocultivo de papa. Se propone la implementación o interacción de un sistema agroforestal con un cultivo anual o perenne que permita presentar una alternativa de producción agropecuaria que reemplace un sistema convencional y a su vez ayude a mejorar las condiciones del suelo.

Los sistemas agroforestales son diversos y son la mejor forma ecológica sostenible de producir cultivos o pastizales. También proporcionan recursos adicionales a los agricultores como son producción de leña, frutas y de la misma manera protegen de los efectos negativos generados por poco control de la fertilización química, monocultivos y sobrepastoreo. (Benavides, 2013) Según Benavides (2013), dice que “La agroforestería se ha planteado como uno de los sistemas de uso de la tierra, en el cual las especies arbóreas, crecen junto con cultivos agrícolas o forrajeros, proporcionando mayores beneficios para el suelo, como el mantenimiento y mejoramiento de la fertilidad por medio del reciclaje de nutrientes, reducción del riesgo de erosión eólica e hídrica”.

La biodiversidad y los recursos naturales son fundamentales para el mantenimiento del bienestar humano, y para el desarrollo económico y social. Consecuentemente, existe un reconocimiento general de que la biodiversidad es un bien de valor inestimable para la supervivencia de las generaciones presentes y futuras. Al mismo tiempo, se constata la amenaza

que pesa sobre las especies y los ecosistemas, representada por la continua pérdida de especies locales a un ritmo preocupante. (Páez, 2016)

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar los sistemas agroforestal y convencional, aplicando abono orgánico (biosintato) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) para determinar su rendimiento, en la Finca San Vicente Parroquia El Carmelo”.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar un cultivo tradicional papa (*Solanum tuberosum*) VAR Superchola dentro de un sistema agroforestal y convencional.
- Evaluar los rendimientos productivos de un cultivo tradicional que se generan en los sistemas agroforestal y convencional con la interacción de la aplicación de un abono orgánico.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Qué influencia tienen los sistemas agroforestal y convencional en el desarrollo de un cultivo tradicional (papa)?

¿Los sistemas agroforestal y convencional con la interacción de la aplicación de un abono orgánico mejoran el rendimiento productivo en el cultivo de papa?

¿Según el análisis económico, cuál de los sistemas resulta más rentable?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Nieto, Córdoba, & Ramos (1999), en su trabajo de investigación realizado en la estación experimental Santa Catalina “Evaluación parcial de tres sistemas agroforestales como alternativa de producción sostenible, para la zona Andina del Ecuador”, cuyo objetivo principal fue encontrar alternativas de producción sostenibles para el agricultor. Se evaluaron tres sistemas agroforestales. 1) Acacia-Queshuar, 2) Aliso – Retama 3) Campo abierto, posteriormente asociados a tres sistemas forrajeros (alfalfa, raigrás y raigrás con trébol), tres especies de raíces andinas (arracacha, jícama y miso) y cultivos de ciclo corto como la papa (*Solanum tuberosum*). De acuerdo a los resultados obtenidos al cuarto año del experimento, los cultivos que se desarrollaron satisfactoriamente dentro de los sistemas agroforestales fueron: El raigrás y la mezcla de raigrás con trébol asociado con, Acacia-Queshuar, seguido de las especies de raíces andinas (arracacha, miso y jícama), ya que, no presentaron ningún problema en su crecimiento, bajo la sombra de el sistema de árboles. El comportamiento de estos cultivos dentro de los dos sistemas forestales, fue más satisfactorio que a campo abierto, por lo que estos cultivos son una buena alternativa de producción para las áreas de interface árbol- cultivo. Por otro lado alfalfa en asociación con aliso-retama, parece no tolerar la competencia, de la misma manera, el cultivo de papa obtuvo diferencias significativas en cuanto a su rendimiento, este problema se vincula a la influencia del efecto sombra ejercida por los árboles, los árboles de aliso llegan alcanzar alturas promedio de 6 a 10 metros. Varios autores corroboran el efecto negativo de la sombra proyectada por árboles en el crecimiento y rendimiento del cultivo, la sombra no solo afecta a la fotosíntesis en los cultivos, sino también varias funciones y procesos vitales de la planta como: respiración, conductancia, resistencia estomática, transpiración y por ende el crecimiento y rendimiento final. Por esta razón no es prudente asociar al cultivo de papa y alfalfa con especies arbóreas que sobrepasen el metro de altura.

De acuerdo a la investigación de Guale, Suárez, & Tomalá (2005), titulada “Diseño de sistemas agrosilvoculturales para el uso adecuado de los recursos naturales en el recinto el Salado, comuna Salanguillo, cantón Santa Elena. Donde realizaron una encuesta a los agricultores y una observación de campo que ayudó a obtener información sobre sistemas agroforestales existentes, especies forestales 44 plantadas, las asociaciones realizadas de cultivos con especies

forestales y/o frutales, rendimientos de los cultivos asociados. Entre los sistemas agroforestales que mantienen los agricultores en el sector se encuentran asociaciones de especies forestales como: laurel, caoba, cedro, teca con cultivos de ciclo corto como tomate, pimiento, pepino y maíz. El distanciamiento de plantación para todas las especies maderables encontradas es de 4 x 5 m, con una densidad poblacional de 500 árboles por ha^{-1} aproximadamente. Los agricultores toman en cuenta el distanciamiento entre árbol y planta debido a que, a mayor altura y densidad de copa, los árboles ejercen sombra sobre los cultivos por lo que no les permite desarrollarse correctamente, puesto que, en el caso del pimiento y pepino requieren mucha más luz a diferencia del tomate.

En la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga Valverde, Alvarado, Torres, Quisphe, & Parra (2011), exponen en su trabajo de investigación, “Efectividad de los abonos orgánicos en la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).” cuyo objetivo fue determinar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos y comparar su rendimiento con la fertilización química. El ensayo consta de 4 tratamientos y tres repeticiones. Donde el mejor tratamiento fue la fertilización química, dado que, obtuvo resultados mucho más satisfactorios. Estos resultados confirman, que los fertilizantes químicos, son de alta solubilidad y aportan nutrientes a la planta oportunamente favoreciendo el rendimiento de papa. Sin embargo, la combinación de fertilizantes químicos y orgánicos potencian la acción asimilativa de nutrientes estimulando el desarrollo de raíces, tallos y hojas. De la misma manera los fertilizantes orgánicos, favorecen el mejoramiento de las propiedades químicas y biológicas del suelo. En cuanto a rendimiento del cultivo, la fertilización química alcanza niveles mayores en comparación con la fertilización orgánica.

En la parroquia Augusto N. Martínez ubicada en el cantón Ambato Escobar (2016), realizó su investigación: “Estudio comparativo y manejo de dos sistemas de producción, convencional y limpio en el cultivo de papa, (*Solanum tuberosum*).” Con la finalidad de evaluar los dos sistemas de producción, convencional y limpio en el el cultivo de papa, (*Solanum tuberosum*) utilizando la variedad única. Se aplicó el diseño de parcelas completamente al azar aplicando la prueba “t” para evaluar las variables en estudio. Las variables evaluadas fueron: germinación, diámetro, longitud, peso, número de tubérculos y rendimiento final. Los resultados de las variables analizadas demostraron, que el sistema convencional tiene mejor respuesta en cuanto a la mayoría de variables esto se debe a que se emplea mayoritariamente insumos de síntesis química y su disponibilidad es inmediata lo que garantiza un mejor

desarrollo de la planta y a su vez ayuda aumentar los niveles de producción. En cuanto al sistema limpio los insumos son limitados y el desconocimiento de técnicas actuales no permite efectuar medidas que contrarresten los problemas que se presentan en el desarrollo del cultivo en dicho sistema.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 El cultivo de papa

La papa (*Solanum tuberosum L.*) es el vegetal más producido y consumido en el mundo, originaria de Los Andes, actualmente ocupa el cuarto lugar entre los cultivos de mayor producción a nivel mundial. (Eduardo & Roberqui, 2012)

Dicotiledónea herbácea anual, de la familia de las solanáceas. Es una planta perenne por poder reproducirse por tubérculos. (Bastidas, 2017)

2.2.1.1 Origen

La papa se originó en Sudamérica para luego ser cultivada por todo el mundo debido al valor nutricional que posee el tubérculo. Fue domesticada en el altiplano andino por sus habitantes hace unos 700 años y más tarde se expandió por toda Europa. Su consumo y a la vez su producción fue creciendo, hasta llegar a convertirse hoy en día en uno de los principales alimentos para el ser humano. (Leveratto, 2015)

2.2.1.2. Papa variedad Superchola

Esta variedad, es el resultado de la selección a partir de los cruzamientos de “Rosita” y “Curipamba Negra” en 1968, dando origen a “Curicana” que posteriormente fue cruzada con *Solanum phureja* de la cual resultó un híbrido, éste fue cruzado con Chola y se seleccionaron tres genotipos (clones) más sobresalientes los cuales finalmente se recruzaron entre sí originando a la variedad “Superchola” misma que fue liberada en 1984, esto se realizó por el Sr. Germán Bastidas Vaca en el cantón Montúfar, Carchi, quien en su vida fue un investigador

autodidacta dedicado al mejoramiento genético de la producción agropecuaria, además fue considerado como el genetista más antiguo y prolífico del Ecuador. (Mastrocola y otros, 2016) Según Taramuel (2017), la variedad superchola se desarrolla en condiciones óptimas, están desde los 2600 y los 3100 m.s.n.m, para lo cual existen recomendaciones técnicas sobre la densidad de siembra, sin embargo, para altitudes menores estas recomendaciones podrían variar. La densidad de siembra en esta variedad es de mayor importancia, ya que las plantas al tener un distanciamiento adecuado no compiten con otras, y se desarrollan mayor número de tallos y tubérculos, ayudando a obtener mejores resultados en la producción y rendimiento.

2.2.1.3. Taxonomía del cultivo

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de papa.

Reino:	Plantae
División:	Magoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanáceas
Género:	Solanum
Especie:	Tuberosum

Fuente: Bastidas, (2017)

2.2.1.4 Descripción Botánica

Raíces. - las plantas de papa se desarrollan de dos formas a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen de una semilla, forman una delicada raíz axonoforma con ramificaciones laterales. En cambio, de un tubérculo, primero forman raíces adventicias en la base de cada uno de los brotes para después formarse en los nudos en la parte subterránea de cada tallo. El cultivo de papa posee un sistema radicular débil por esta razón necesita suelos que obtén de muy buenas condiciones físicas y químicas para su buen desarrollo.



Ilustración 1. Tallos, estolón y raíces en crecimiento

Fuente: Toledo (2016)

Tallos. - el sistema consta de tallos, estolones y tubérculos. Las plantas que provienen de una semilla verdadera poseen un solo tallo principal, por otro lado, las que provienen de tubérculos pueden desarrollar varios tallos. Los tallos laterales son ramas de los tallos principales. El tallo comúnmente es de color verde y en algunas ocasiones puede ser de color marrón- rojizo o morado. Pueden ser sólidos o parcialmente tubulares.

Estolones. - se conoce como estolones a los tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de las yemas de la parte subterránea de los tallos. Estos pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal. No obstante, no todos los estolones llegan a formar tubérculos.

Tubérculos. - los tubérculos de la papa son tallos modificados y componen los principales órganos de almacenamiento. Un tubérculo contiene dos extremos: el basal o extremo ligado al estolón que se llama talón, y el extremo expuesto denominado extremo apical o distal. El tubérculo posee ojos que se distribuyen sobre la superficie del mismo siguiendo una espiral, se ubican hacia el extremo apical y están localizados en las axilas de hojas escamosas llamadas cejas. Cada ojo tiene varias yemas, los ojos corresponden a los nudos de los tallos; las cejas representan las hojas y las yemas del ojo a las yemas axilares. Por lo regular cuando el tubérculo ha madurado, las yemas de los ojos están en un estado de reposo por lo cual no pueden desarrollarse. Luego de un cierto tiempo, dependiendo de la variedad, las yemas del ojo apical son las primeras en salir del reposo.

Brotos. - estos se desarrollan de las yemas que se ubican en los ojos del tubérculo y el color es una característica varietal importante. Los brotes pueden ser blancos, parcialmente coloreados

en la base o el ápice, o casi totalmente coloreados. Al exponerse a la luz solar se tornan de color verde.

Hojas. - se encuentran distribuidas en espiral sobre el tallo. Son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos. Cada folíolo puede estar unido al raquis por un pequeño peciolo llamado peciólulo, o puede estar unido directamente, y en este caso se llama folíolo sésil. (Inostroza, Méndez, & Sotomayor, 2009)

Inflorescencias, flor. -En el momento que el tallo detiene su crecimiento en la punta empiezan a desarrollarse las inflorescencias. Las inflorescencias están compuestas por un número variable de flores, entre 1 a 30, y los pétalos varían de color blanco a morado, dependiendo de la especie o variedad. Las flores tienen un diámetro de unos 4 cm y en el centro sobresalen cinco estambres (órgano masculino de la planta) que se presentan unidos y rodeando el pistilo (órgano femenino de la planta). Los estambres liberan el polen que cae en los pistilos y da lugar a la fertilización. Un tiempo después de la fertilización se forman los frutos.



Ilustración 2. Inflorescencia de una planta de papa.

Fuente: Toledo, (2016)

Frutos. - A los frutos de la planta de papa se les llama bayas y poseen la misma forma que el fruto del tomate, pero son mucho más pequeños, de 1 a 3 cm de diámetro. En ellos se encuentran un número variable de semillas, de 200 a 400 dependiendo del cultivar. Actualmente no se recomienda realizar la siembra de esta semilla sexual, ya que debe de ser cuidada y tarda mucho tiempo en dar lugar a otra planta. Hoy en día la semilla sexual es utilizada para trabajos de mejoramiento.



Ilustración 3. Frutos de planta de papa.

Fuente: Toledo, (2016)

2.2.1.5 Fases fenológicas del cultivo de papa

15 DDS		42 DDS		61 DDS		103 DDS		123 DDS	
Emergencia o brotación		Brotos laterales		Botón Floral e iniciación de tubérculos		Floración y Llenado de tubérculos		Maduración y Cosecha	

Ilustración 4. Fase fenológica del cultivo de papa

Fuente: Toledo (2016)

El ciclo fenológico del cultivo de papa se divide en 5 fases, comenzando desde la fase de emergencia o Brotación (fase 1), hasta la fase de maduración y la cosecha (fase 5). La duración del ciclo fenológico está determinada por la variedad y las condiciones agroclimáticas de cada una de las regiones productivas. A continuación, Vignola, Watler, Céspedes, & Morales (2017), detallan las fases fenológicas del cultivo de papa.

a) Fase de emergencia o Brotación

Esta fase empieza una vez que se ha realizado la preparación de suelo y la semilla de papa este situada en los surcos, la duración de esta etapa tiene que ver con las condiciones de almacenamiento, la variedad utilizada y el estado de brotación de la semilla. Esta última por medio de cambios bioquímicos inicia la formación de una nueva planta que al principio sufre un crecimiento acelerado de raíces, seguido de la emergencia de tallos y hojas.

b) Fase de crecimiento de brotes laterales

La segunda fase se da, después de la emergencia de la plántula, donde inicia el proceso de fotosíntesis para el desarrollo aéreo de la planta; es decir la formación de tallos, ramas y hojas. Mientras tanto en la parte subterránea se da la ampliación de estolones.

c) Fase de inicio de la tuberización

En esta etapa la planta continúa su desarrollo vegetativo en su parte aérea, de manera subsiguiente en la parte radicular subterránea se está formando los tubérculos que comienzan su desarrollo en la punta de los estolones.

d) Fase de llenado de tubérculos

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

e) Fase de maduración

La última fase de desarrollo, el crecimiento y la tasa fotosintética de la planta disminuyen considerablemente; esta empieza a tornarse de un color amarillento hasta que envejecen por completo. El tubérculo maduro, forma la piel externa y alcanza el máximo contenido de materia seca para la cosecha.

2.2.1.6 Plantación

El adecuado establecimiento del cultivo debe permitir que los tubérculos broten, que la emergencia sea rápida y que las plantas se desarrollen prontamente, alcanzando luego un máximo de masa foliar. La siembra correcta, además, asegura la uniformidad del cultivo. Estos factores son afectados por las condiciones del tubérculo semilla y del suelo. Las condiciones del tubérculo semilla están determinadas por el estado fisiológico de los tubérculos, su tamaño y sus características físicas. Las propiedades del suelo están delimitadas por su estructura, humedad y temperatura. (Inostroza et al., 2017)

Los tubérculos sembrados en estado fisiológico y condiciones de crecimiento óptimas, desarrollan sus brotes rápidamente. Hasta la formación de suficiente follaje para la fotosíntesis,

la planta vive de los nutrientes suministrados por el tubérculo semilla. Posteriormente, las raíces se encargan de suministrar a la planta el agua y los nutrientes provenientes del suelo.

2.2.1.7 Densidad de plantación y efecto de tallos en la producción

En la siembra la distancia entre plantas y entre surcos es muy importante ya que su propósito es lograr una adecuada población de plantas por superficie. La distancia de siembra depende de la variedad a sembrar dado por el tamaño de estolones, desarrollo foliar y altura de la planta, el tipo de suelo (textura, estructura, fertilidad, pendiente) y clima (precipitación). Las densidades de plantación deben ser adecuadas, pues evitan la competencia posterior entre las plantas por agua, nutrientes, luz y la proliferación de ciertas plagas y enfermedades, facilitando además las labores posteriores. (Inostroza et al., 2017)

2.2.1.8 Control de malezas

El término maleza tiene un significado muy relativo, pero generalmente se refiere a las plantas que se desarrollan espontáneamente en el cultivo y que compiten por espacio, agua y nutrientes, afectando la producción. Inclusive las plantas que cultivamos pueden ser malezas en ciertas circunstancias. (Inostroza *et al.*, 2017)

La competencia entre malezas y el cultivo de papa puede hacer que la siembra se debilite, dando origen al amarillamiento, retardos en crecimiento y disminuyendo considerablemente la calidad y rendimiento de la cosecha.

Inostroza *et al.*, (2017) da a conocer algunas desventajas de las malezas como se mencionan a continuación:

- Compiten con el cultivo por luz
- Compiten por espacio
- Compiten por agua
- Compiten por nutrientes
- Dificultan la labranza de la tierra
- Dificultan la cosecha y el secado de los productos

- Transmiten una gran variedad de enfermedades

Las malezas pueden ser controladas por diferentes métodos

1. El control físico como: el deshierbe manual, o la utilización de herramientas como el azadón, el machete para eliminar la maleza.
2. El control químico mediante la aplicación de fertilizantes químicos.
3. El control biológico utilizando enemigos naturales.
4. El control cultural mediante la rotación de cultivos, una correcta preparación del terreno, el manejo de cultivos intercalados.

2.2.1.9 Aporque

El último movimiento de tierra corresponde a una práctica común al cultivo de la papa llamada aporque, que consiste en acumular tierra alrededor del cuello de la planta. Si bien, el aporque no tiene efecto en el rendimiento, cumple el objetivo de proteger los tubérculos evitando que se descubran, rompe la capilaridad del suelo protegiendo la humedad de éste, evita la contaminación con enfermedades fungosas como el tizón tardío y los daños que puedan ocasionar animales. Además, en forma secundaria, ayuda a la planta a mantenerse verticalmente y soportar su peso, protege las raíces superficiales y favorece el surgimiento de las raíces adventicias, favorece la aireación del suelo, facilita el riego por surco y cubre el fertilizante para que el aprovechamiento por parte de las plantas sea mayor (Al realizar esta labor debe existir suficiente tierra entre las hileras del cultivo, para efectuarla en forma adecuada, por lo cual bajo nuestras condiciones es necesario una separación entre hileras de plantación o siembra de al menos 75 cm. (Inostroza *et al.*, 2017)

2.2.1.10 Riego

2.2.1.10.1 Importancia del agua en el cultivo de papa

Inostroza *et al.*, (2017) en su documento Manual de la papa en Chile habla de la importancia del agua en el cultivo y dice que “En la agricultura, el riego es el factor agronómico más importante, ya que el cultivo depende en su totalidad del aporte de esta agua, debido a la carencia de aportes naturales de precipitaciones, siendo indispensable para lograr una adecuada producción.” (pág.76)

El agua es el vehículo que facilita el movimiento de los nutrientes hacia las raíces, solubiliza las sales, favoreciendo su absorción por las raíces, hace posible la mineralización de la materia orgánica activa del suelo, liberando nitrógeno y fósforo inorgánico, disponible para las raíces de las plantas. Todo esto es posible gracias a la actividad biomásica de los microorganismos, los cuales requieren humedad para su crecimiento y desarrollo. (Inostroza *et al.*, 2017)

El cultivo de la papa es sensible al déficit hídrico (períodos críticos) entre el inicio de la estolonización y formación de tubérculos, al desarrollo de la cosecha; mientras que los períodos menos sensibles corresponden a aquellos de maduración y a su fase inicial. Esta respuesta diferenciada se debe a que el agua tiene estrecha relación con procesos fisiológicos internos de la planta, reconociéndose en la papa al menos 4 estados fenológicos: Establecimiento, desarrollo vegetativo, formación de la producción y maduración. (Inostroza *et al.*, 2017)

2.2.1.11 Nutrición

El cultivo de papa demanda grandes cantidades de nutrimentos, principalmente nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (P) y micronutrientes durante todo su ciclo. Es una de las hortalizas que implica la utilización de insumos en grandes cantidades, pesticidas, agua y fertilizantes. Por esta razón es indispensable manejar una fertilización adecuada, para así, obtener una producción rentable y efectiva. Es de vital importancia mantener a la planta completamente nutrida, de otra forma las plantas sufren retardos en su crecimiento.

La mayor tasa de absorción de los macronutrientes primarios, en variedades cultivadas en Ecuador, ocurre entre los días 80 y 150 después de la emergencia, lo que coincide con la mayor tasa de crecimiento del tubérculo. Esta mayor tasa de crecimiento del tubérculo, coincide también con la disminución de la tasa de crecimiento del follaje y ocurre con mayor intensidad una vez finalizado el proceso de apertura floral. (Bastidas, 2017)

Las plantas deben poseer un apertura foliar suficiente, para poder absorber los nutrientes en forma adecuada.

2.2.1.12 Fertilización Química

Kelpak

Es un regulador de crecimiento natural extraído de alga marina (*Ecklonia Máxima*), sus componentes principales son las auxinas y citoquininas. La relación de auxinas y citoquininas,

estimula la formación de raíces, lo cual aumenta la producción de citoquininas ya que estas son formadas en los ápices radiculares. El mayor número de raíces en la planta aumenta la absorción de nutrientes y agua del suelo lo que da como resultado mayor desarrollo foliar y producción.

Tabla 2. Recomendaciones de uso del bioestimulante Kelpak.

Cultivo	Dosis	Observaciones
Solanáceas	2-3 l ha ⁻¹	Realizar la aplicación previa al trasplante de las plántulas.
Chile bell		Dos a tres aplicaciones durante el desarrollo vegetativo del cultivo en intervalos de 14-21 días
Tomate		
Papa		En el cultivo de papa, realizar la aplicación al momento de la siembra y 21 días después de su emergencia. Hacer la siguiente aplicación a los 14 días después

Fuente: BasF, (2012)

Fertiza 8-20-20

Fertilizante compuesto granular apropiado para aporte de fósforo, nitrógeno y potasio en altas proporciones. 8-20-20 es una fórmula exclusiva que adiciona como magnesio y azufre elementos también importantes en la nutrición de los cultivos. Puede ser utilizado en etapas de demanda de fósforo como es en el establecimiento, floración y cuajado. Y en etapas de demanda de potasio, como en el llenado de frutos. Además, cuenta con excelentes condiciones físicas para su uso, en aplicaciones manuales o mecanizadas. (Fermagri, 2021)

Tabla 3. Información Técnica de abono 8-20-20

Información requerida	Descripción	Tipo de abono
Información general	Nombre Comercial	8-20-20
	Materia prima	DAP,MOP,CALIZA
	Producto terminado	8-20-20
Tipo de producto	Fertilizante	Mezclado
	inorgánico	(mezcla física)
	Tipo	NPK

Composición garantizada	Elementos principales	Nitrógeno total(N)	8 %
		Fósforo total (P ₂ O ₅)	20 %
		Potasio total (K ₂ O)	20 %
		Elementos Secundarios	
Recomendación de fertilización	Cultivos	Magnesio (MgO)	-
		Azufre total (S)	-
		Boro (B)	-
		Zinc (Zn)	-
		Ciclo corto Perennes	Basado al análisis de suelo, requerimiento nutricional del cultivo.
Compatibilidad	Suelo	Ninguna	El uso inapropiado es de responsabilidad del técnico.
	Planta	Ninguna	
	Fertilizantes	Compatible con todos los fertilizantes granulados	Producto formulado para uso final.
	Otros	No se recomienda	Puede afectar al cultivo y alterar su composición.

Fuente: Agrizon, (2019)

Fertiza 10- 30- 10

Fertilizante complejo granular con una alta proporción de fósforo y contenidos complementarios de nitrógeno y potasio. Tiene un grado de uso tradicional en muchos cultivos anuales y de ciclo corto, así como en las fases iniciales de crecimiento en las especies perennes.

Los altos contenidos de fósforo estimulan el crecimiento de raíces, por lo que normalmente se recomienda aplicarlo en etapas tempranas durante el ciclo de producción. Los aportes de

nitrógeno y potasio complementan la acción del fósforo, haciéndolo ideal para cultivos de papa, hortalizas, tomate y para el aporte de elementos mayores con énfasis de fósforo en la etapa de trasplante o renovación de varios tipos de frutales. (Yara, 2021)

Tabla 4. Información Técnica de abono 10-30-10

Información requerida	Descripción	Tipo de abono
Información general	Nombre Comercial	10-30-10
	Materia prima	DAP,MOP,CALIZA
	Producto terminado	10-30-10
Tipo de producto	Mezclado	X
	Fertilizante inorgánico	(mezcla física)
	Tipo	NPK
	Nitrógeno total(N)	10 %
Composición garantizada	Elementos principales	Fósforo total (P2O5) 30 %
		Potasio total (K2O) 10 %
		Magnesio (MgO) -
	Elementos Secundarios	Azufre total (S) -
		Boro (B) - Zinc (Zn) -
Recomendación de fertilización	Cultivos	Ciclo corto Perennes Basado al análisis de suelo, requerimiento nutricional del cultivo.
	Suelo Planta	Ninguna Ninguna El uso inapropiado es de responsabilidad del técnico.
Compatibilidad	Fertilizantes	Compatible con todos los Producto formulado para uso final.

fertilizantes
granulados

Otros No se Puede afectar al cultivo y
recomienda alterar su composición.

Fuente: Agrizon, (2019)

2.3 Fertilizante orgánico Biosintato

2.3.1 Definición

Es un biofertilizante orgánico que estimula y vigoriza las plantas desde la germinación hasta la fructificación. Es una mezcla de minerales, aminoácidos y bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos. (Rosales, 2018)

tabla 5. Ingrediente activo de biofertilizante orgánico Biosintato

Ingrediente Activo	%
Materia orgánica	14,0
Nitrógeno total	5,0
K ₂ O	6,1
P ₂ O ₅	3,0

Fuente: Rosales, (2018)

2.5.1.1 Recomendaciones de uso

Tabla 6 . Recomendaciones de uso del biofertilizante orgánico Biosintato, en el cultivo de papa.

Cultivo	Dosis	Época	Aplicación
Papa	1 a 2 l/ha ⁻¹	Germinación	Foliar
		Crecimiento	
		Prefloración	
		Floración	

Cuajado

Fuente: Rosales, (2018)

Funciones que cumple le biosintato en las plantas.

- Incrementa y acelera la germinación de las semillas.
- Estimula el desarrollo de las raíces, tallos y hojas.
- Mejora la nutrición, el florecimiento y el cuajado de los frutos.
- Reduce el ciclo del cultivo.
- Potencia la acción de los herbicidas y pesticidas.
- Acelera el proceso de compostaje.
- Ayuda a compensar los efectos negativos de la salinización, sequias, excesos de humedad, vientos, temperaturas extremas, fitotoxicidad, trasplantes, plagas y enfermedades. (Rosales, 2018)

2.2.1.12 Principales Plagas y enfermedades en el cultivo de papa.

Tabla 7. Principales Plagas y enfermedades en el cultivo de papa.

Plaga enfermedad	Agente causal	Tipo
Lancha negra o tizón tardío	<i>Phytophthora infestans</i>	Omiceto
Rizoctoniasis o costra negra	<i>Rhizoctonia solani</i>	Hongo
Pudrición Seca	<i>Fusarium spp</i>	Hongo
Sarna polvorienta-roña	<i>Spongospora subterránea</i>	Hongo
Carbón	<i>Thecaphora solani</i>	Hongo
Pie negro o pudrición blanda	<i>Pectobacterium spp.</i>	Bacteria
Virosis	Virus S de la papa (PVS)	Virus
Oidio	<i>Oidium sp.</i>	Hongo
Marchites Bacteriana	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Bacteria
Gusano balnco	<i>Premenotrypes vorax</i>	Insecto
Polilla de la papa	<i>Photrimaca operculella</i> <i>Symmestrichema tangolia</i> <i>Tecia solanivora</i>	Insecto
Mosca minadora	<i>Lyriomiza spp.</i>	Insecto
Pulgón	<i>Myzus persicae</i>	

<i>Macrosiphum euphorbiae</i>		
Trips	<i>Frankliniella tuberosi</i>	Insecto
Pulguilla	<i>Epitrix spp.</i>	Insecto

Fuente: Montesdeoca, y otros (2013)

2.2.1.13 Insecticidas para control de plagas y enfermedades

Eltra

Es un insecticida de acción sistemática, de contacto e ingestión, actúa principalmente contra plagas foliares y del suelo tanto masticadores, chupadores y minadores.

Ingrediente activo: Carbosulfan 480 g/L

Tabla 8. Recomendaciones de uso de insecticida Eltra en el cultivo de papa.

Blanco biológico	Dosis	Observaciones
Polilla Guatemalteca (<i>Tecia solnivor</i>)	2,5 l/ha ⁻¹	La primera aplicación debe hacerse en el inicio de la tuberación. La segunda aplicación una vez pasada la mitad de la floración y hecho el aporque. La tercera aplicación antes de iniciar el periodo de carencia, inicia unos 2° días antes de la cosecha.
Gusano Blanco (<i>Premnotrypes Vorax</i>)	2.5-3 l/ha ⁻¹ o 85-100 cc/20 litros de agua	Realizar tres aplicaciones mediante aspersor, dirigidas a las semillas y a la base de las plantas. Primera aplicación al momento de la siembra. Segunda aplicación: 1 a 2 días antes del deshierbe. Tercera aplicación: 1 a 2 días antes el aporque.
Pulguilla (<i>Epitrix sp</i>) Minador (<i>Liriomyza sp</i>)	250 cc/20 litros de agua o 25 cc/20 litros de agua	Aplique de acuerdo con el nivel de daño y estado de desarrollo del cultivo, hasta un máximo de cuatro aplicaciones por ciclo.

Fuente: BasF, (2012)

Curacron.

Es un insecticida con acción de contacto e ingestión, de alto espectro de actividad contra insectos cortadores, chupadores minadores, raspadores y comedores de follaje.

Ingrediente activo: Prenofofos

Concentración: 500 gr de ingrediente activo por litro.

Tabla 9. Recomendaciones de uso de insecticida Curacron en el cultivo de papa.

Cultivo	Blanco biológico	Dosis l/ha ⁻¹	P.C (días)
Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	Pulguilla (<i>Epitrix cucumeris</i>)	0,80	15

Fuente: BasF, (2012)

2.4 SISTEMA AGROFORESTAL

2.4.1 Definición

Es el tipo de sistema donde se hallan una comunidad de árboles interactuados con un cultivo agrícola. Son una manera de uso de la tierra donde plantas, animales y, árboles, trabajan conjuntamente para así optimizar su desarrollo. El sistema agroforestal contribuye a mejorar la producción, respetando el ecosistema.

2.4.1.2 Importancia de los sistemas agroforestales

Las prácticas inadecuadas de uso de la tierra en suelos marginales provocan muchos problemas, principalmente de erosión. La principal causa de la erosión de los suelos es la deforestación. La sobreexplotación para la extracción de leña y el sobrepastoreo en zonas semiáridas y áridas, combinada con el uso de patrones que no consideran la sostenibilidad de los recursos, acentuado por la avaricia comercial o por el uso tecnologías inapropiadas, han acelerado la desertificación. Tales actividades afectan directamente a la agricultura. Por esta diversidad de razones, es que el sistema agroforestal hoy en día se ha convertido en un camino viable para llevar a cabo una agricultura sostenible con el fin de producir más, generando un menor impacto ambiental. (López & Molina, 2007)

Román, Mora & Gonzáles (2016), comentan que un sistema agroforestal hoy en día es visto como una alternativa de producción de cultivos agrícolas también utilizado en forma de sombra para animales, además de ayudar a proteger la fertilidad del suelo debido a la acumulación de hojas y ramas que se convierten en restos vegetales los cuales debido a su descomposición por bacterias contribuyen a la fijación de nitrógeno en el suelo optimizando el desarrollo de plantas. Asimismo, se resalta la importancia de los sistemas agroforestales en la generación de servicios ambientales, como: secuestro de carbono, conservación de la biodiversidad, mayor calidad y cantidad de agua y conservación de suelos; por lo que se justifica su fomento para mejorar la calidad de vida y el desarrollo sostenible en zonas tropicales.

Los sistemas agroforestales son una de las alternativas que ayudarán a disminuir en un porcentaje significativo el cambio climático, un grande problema ambiental que ha dado un giro drástico afectando de manera directa a nuestro planeta. La combinación entre árboles, cultivos y animales, permite lograr una producción agrícola estable. Los árboles proporcionan otros beneficios como: fuente de alimentos, forraje, combustibles, mejora la fertilidad de los suelos y proporcionan madera para la construcción.

2.4.1.3 Función de un sistema agroforestal

Los sistemas agroforestales están asociados a la solución a los problemas ambientales, degradación del suelo, pérdida de fuentes de agua. La gran variedad de sistemas y las formas de practicar la Agroforestería puede brindar soluciones a dichos problemas productivos que se dan en las zonas rurales.

Si bien es cierto la potencialidad de los árboles es fijar nitrógeno mejorando la fertilidad de los suelos cultivados y áreas utilizadas para pastizales; cumple con la función de las cortinas rompimientos; la aportación de los árboles forrajeros ricos en proteína utilizados en la producción ganadera. También, las prácticas agroforestales pueden asociarse a una extensa variedad de sitios, como tierras con pendientes o tierras planas. (López & Molina, 2007).

A continuación se menciona otras funciones importantes de los SAF

Disminución de la erosión del suelo y conservación de su fertilidad.-Los arboles actuan como barrera viva evitando que las gotas de lluvia golpeen directamente en el suelo causadando

lixiviación, en cuanto al mantenimiento de la fertilidad sirven como fijadores biológicos de nitrógeno, debido a la pérdida o caída de las hojas, las cuales se descomponen formando materia orgánica.

Mantenimiento de la cantidad y calidad de agua.-Es importante tomar en cuenta que los árboles ejercen su influencia sobre el ciclo del agua a través de la transpiración y retención del agua en el suelo, la reducción del escurrimiento y el aumento de la filtración.

Retención de carbono y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.-Los árboles ayudan a mitigar estos cambios ya que fijan CO₂ a través de el proceso de la fotosíntesis y lo almacenan en su biomasa.

Mantenimiento y ordenación de la diversidad biológica en el paisaje agrícola.Los SAF contribuyen a la conservación de la diversidad biológica y cumple la función de habitat de un sinnúmero de especies animales manteniendo los recursos para el desarrollo de plantas,y acondicionando la vida de los habitantes que se encuentran en el bosque. (López y Molina, 2007)

La función principal de los sistemas agroforestales es asegurar la sostenibilidad del ecosistema evitando la pérdida de cobertura vegetal por la tala indiscriminada o deforestación de los bosques debido a la extensiones de tierras para ser utilizadas en la agricultura y ganadería.

2.4.1.4 Funciones negativas de los sistemas agroforestales

Las especies arbóreas de rápido crecimiento pueden requerir una alta demanda de humedad del suelo, y sin un manejo adecuado, esto puede conducir a efectos adversos, especialmente en medio ambientes muy secos por esto es importante estudiar el

2. Las pérdidas de nutrientes por la cosecha del árbol entero pueden ser excesivas, especialmente en plantaciones forestales.
3. El agotamiento de nutrientes puede causar temporalmente menos disposición de nutrientes para los cultivos adyacentes.
4. Un manejo inadecuado de los árboles, y con alguna vegetación, puede causar una erosión acelerada.

5. Hay muchos resultados adversos de los efectos químicos/biológicos en ciertas especies arbóreas, por ejemplo: acidificación, alelopatía, acumulación de exudados tóxicos, la provisión de hospederos alternativos de plagas y patógenos, etc.
6. El sombreado y los cambios en la calidad del espectro solar en el crecimiento de otras especies muy próximas (aun cuando no tienen efecto directo en el suelo, pueden tener una consideración significativa en la Agroforestería).

2.4.1.5 Árboles en asociación con cultivos anuales y perennes.

Este sistema también llamado cultivo en callejones consiste en la asociación de árboles o arbustos (generalmente fijadores de nitrógeno), intercalados en franjas con cultivos anuales y perennes, los árboles y arbustos se podan para evitar la sombra sobre los cultivos, los residuos se utilizan como abonos verdes para mejorar la fertilidad y como forrajes. (Ayala, 2014)

Las ventajas que se tiene en este tipo de sistemas son:

1. Diversificación de la producción.
2. Regeneración de la fertilidad del suelo.
3. Se requieren menos insumos externos.
4. Mejora el reciclaje de nutrientes.
5. Se hace un uso intensivo de la tierra.
6. La diversificación de productividad reduce los riesgos económicos.

Uno de los mayores potenciales que se tiene con este tipo de sistemas en zonas de ladera, la siembra de árboles en hileras perpendiculares a la pendiente, contribuyen a disminuir la erosión.

Dentro de las desventajas que se tiene en estos sistemas son:

1. Competencia de agua y nutrientes entre árboles y cultivos
2. El espacio que utilizan los árboles disminuye el rendimiento del cultivo
3. La sombra que ejercen debido a su altura y área foliar.
4. Alto costo de mano de obra para su establecimiento.

2.4.1.6 Aliso como alternativa de implementación en un sistema forestal

El aliso también conocido como aliso común es un árbol típico de Europa. Crece en climas húmedos y en suelos de buen drenaje. Perteneció a la familia de las Betuláceas. Su nombre científico es *Alnus acuminata*.

En Ecuador se conoce a la especie acuminata, ya que esta se propaga desde América del sur. Se estima que existen cien mil hectáreas de aliso, de las cuales la mayoría son productos de la regeneración natural y otra parte debido a las plantaciones silvopastoriles.

El aliso se lo encuentra en toda la Sierra desde: Carchi hasta Loja, y en las estribaciones de las cordilleras hacia el Litoral y la Amazonía. Crece desde los 800 m.s.n.m, hasta los 3.500 m.s.n.m. Se propaga de forma sexual mediante semillas y asexual por estacas o esquejes. (Hora, 2007)

2.4.1.7 Importancia de sistemas forestales con aliso

- El aliso a pesar de no pertenecer a la familia de las leguminosas, es la especie arbórea que aporta las más altas cantidades de nitrógeno al suelo por medio de una relación simbiótica, puede llegar a fijar entre 320 a 400 kilos de nitrógeno por hectárea, dependiendo de la población de árboles.
- Es de gran importancia ya que ayuda a la conservación de cuencas hidrográficas y estabilización de laderas, debido a su sistema radicular profundo, es de crecimiento rápido por lo que también se usa para reforestación y regeneración de suelos.
- Habitualmente es usado en fincas como cortinas rompe vientos y para sombra de algunos cultivos; sus hojas poseen un alto contenido de proteína por lo que constituyen una gran fuente de alimentación para vacas, cabras y ovejas.
- Su madera es muy reconocida en la fabricación de muebles rústicos, cajones y hormas para calzado, la corteza genera un tinte de color amarillo marrón con alto contenido de taninos, que en tiempos antiguos fue utilizado para el teñido de textiles. Hoy en día se usa en la industria de la curtiembre.
- Algunas investigaciones han llegado a la conclusión que esta planta posee propiedades medicinales, mediante infusiones de su corteza y hojas se puede controlar la fiebre, hemorragias, gripe y reumatismo se han reportado excelentes resultados en el tratamiento contra inflamaciones de próstata.
- En épocas de escasas fuentes productoras de polen, las flores de este árbol producen

- grandes cantidades lo que ayuda a suministrar alimento para las abejas y evita que la producción apícola se vea afectada. (Pineda, 2017)

2.5.Sistema Convencional

Según EcuRed (2016) define a un sistema convencional como: “Sistema de producción agropecuaria basado en el alto consumo de insumos externos al sistema productivo natural.” Este tipo de agricultura no toma en cuenta los daños provocados a los recursos naturales siendo así una agricultura no sostenible. Su único objetivo es producir en cantidad y satisfacer las necesidades económicas del productor

La agricultura convencional ha sido la única forma de agricultura que se ha planteado desde los inicios de la vida humana. La labranza excesiva del suelo los usos irracionales de fertilizantes químicos han sido vistos como un sistema de producción de alta eficiencia. Las prácticas monocultivistas se han convertido en el método más eficaz y fundamental para lograr grandes masas de producción. No obstante, este modo de agricultura ha provocado la mayor parte de daños ambientales irreparables.

2.5.1 Características del sistema convencional.

- Está fundamentado en criterios productivos básicamente de cantidad elevada.
- Busca obtener el máximo beneficio a acorto plazo.
- Usa sistemáticamente productos tóxicos o contaminantes.
- Los alimentos obtenidos poseen mayores índices de contaminación.
- Favorece la uniformidad del paisaje.
- No toma en cuenta el impacto ecológico.
- El costo del producto es menor por la industrialización de la producción.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación es de carácter cuantitativa, donde se evaluó las variables de emergencia, altura, número de tallos, número de tubérculos, peso de tubérculos, y rendimiento. Con la finalidad de verificar, la influencia que ejerce la implementación de los sistemas convencional y agroforestal, más la interacción de un fertilizante orgánico en el cultivo de papa.

3.1.1.2 Tipo de Investigación

- Experimental

Se implantó un ensayo de bloques completamente al azar, para diferenciar estadísticamente los tratamientos se aplicó prueba de medias de Tukey al 5 %.

- Campo

La investigación se desarrolló en la Finca “San Vicente” parroquia el Carmelo. Se implantó el cultivo de papa en dos sistemas forestal y convencional y se tomó en cuenta algunas variables de las que se extrajo muestras para luego ser evaluadas.

- Bibliográfica

Fue necesario el aporte investigativo mediante libros, revistas, páginas web, artículos científicos, de los cuales se recolectó información contundente y oportuna, que ayudó a enriquecer conocimientos para llevar a cabo el desarrollo de la investigación.

3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

Ha: ¿Determinado el rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) aplicando un abono orgánico (biosintato) se puede establecer si hay diferencia entre los sistemas convencional y forestal?

Ho: ¿Determinado el rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) aplicando un abono orgánico (biosintato) no se puede establecer una diferencia entre los sistemas agroforestal y convencional?

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 10. Definición y operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente Cultivo de papa	Dicotiledónea herbácea anual, de la familia de las solanáceas. Es una planta perenne por poder reproducirse por tubérculos. (Bastidas, 2017)	Germinación	A los 20 días después de la siembra, se realizó la observación in situ, contando el número de plantas germinadas representado en porcentaje.	Observación in situ, del desarrollo del cultivo	Libro de campo
		Altura	A los 30 días con la ayuda de un flexómetro, se mide en cm desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja, cada 15 días, hasta la floración.	Observación in situ, y medición manual del cultivo	Flexómetro Libro de campo
		Número de tallos	A los 30 días después de la siembra, se realiza el conteo y se registra manualmente el número de brotes de cada planta, tres veces durante su desarrollo.	Observación in situ, conteo manual y registro.	Libro de campo y registros.

		Número de tubérculos por planta.	Al finalizar la maduración total del cultivo se realizó la clasificación del tubérculo por tamaño, primera segunda y tercera. Se procedió al conteo y pesaje del tubérculo en kg.	Clasificación manual conteo por categorías y peso del tubérculo.	Herramientas de trabajo y registros.
		Análisis de costos de producción.	Una vez realizado la respectiva clasificación, número y peso de tubérculos, se llevó dichos valores a Kg/ha ⁻¹ para obtener los rendimientos de costos de producción por hectárea, también se calcula la utilidad neta de cada tratamiento, el análisis económico costo beneficio y se determina cuál de los tratamientos dio mejor rentabilidad.	Registro/ Cálculo	Herramienta informática Microsoft Excel
Dependiente sistema agroforestal	Sistema que se compone de árboles que pueden ser de diferente especie.	Árboles de Aliso con cultivo tradicional papa (<i>Solanum tuberosum</i>) VRD, Superchola	Producción total del cultivo en kg 600m2, área total del ensayo	Observación del comportamiento del cultivo en la interacción con árboles de aliso (<i>Alnus acuminata</i>).	Herramientas de trabajo y registros.

Dependiente Sistema convencional	Sistema tradicional en la que se lleva a cabo la labor agrícola o ganadera.	Cultivo de papa implementado en parcelas a campo abierto.	Producción total del cultivo en kg dentro de los 600m2, área total del ensayo	Observación del desarrollo del cultivo en un sistema a campo abierto.	Herramientas de trabajo y registros.
Dependiente Fertilizante orgánico Biosintato	Fertilizante orgánico que estimula y vigoriza las plantas desde la germinación hasta la fructificación.	Mezcla de minerales, aminoácidos y bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos.	Se realizó 4 aplicaciones a la planta (21, 40, 75, y 100 dds) en dosis: 100 mL L ⁻¹ .	Aplicación foliar a cada planta.	Bomba de mochila.

Fuente: Jiménez (2019)

3.4. MÉTODOS UTILIZADO

3.4.1 Área de estudio

La investigación se realizó en la Finca San Vicente de la parroquia El Carmelo, provincia del Carchi, Ecuador. Tiene una superficie de 51.2km² con un rango de latitud 2440 a 3640 msnm su cabecera se encuentra entre 2600 a 2800 m.s.n.m. Posee un clima húmedo, páramo montano con una temperatura de 10° C.

3.4.1.2 Duración de la investigación

La investigación se llevó a cabo en un lapso de 5 meses, del 5 de noviembre del 2018 al 28 de marzo del 2019, que es el tiempo de duración del cultivo.

3.4.1.3 Descripción y características del experimento

En la presente investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), conformado por cuatro tratamientos y tres repeticiones, con una unidad experimental de doce parcelas, cada unidad experimental consta de veinte plantas de las cuales serán evaluadas 4 plantas.

Tabla 11. Descripción y características del experimento.

Diseño de bloques completo al azar	Dimensiones
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	12
Número de plantas/ parcela neta	4
Área total del experimento	600 m ² (60 m x 10 m)
Distancia entre plantas	0,40m
Distancia entre surco	1m
Tubérculo semilla	1

Elaborado por: Autor

3.4.1.4 Población y muestra

El diseño experimental implantado contó con una población total de 960 plantas fraccionadas en 12 parcelas. Cada parcela contiene 20 plantas de las cuales se tomó una

muestra de 4 plantas por parcela o tratamiento, siendo así 48 unidades que serán evaluadas por cada tratamiento, dando una muestra, total de 192 plantas.

3.4.1.5 Tratamientos

El ensayo consto de 4 tratamientos, su composición y descripción se detallan a continuación:

Tabla 12. Descripción de tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1	Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato.
T2	Cultivo de papa implementado en un sistema convencional sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato.
T3	Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato.
T4	Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato.

Elaborado por: Autor

3.4.1.6 Variables evaluadas

a) Porcentaje de germinación

A los 20 días de la implantación del cultivo se realizó la observación in situ, contando el número de plantas germinadas y así determinar el poder germinativo en cada uno de los tratamientos, sus resultados se expresaron en porcentajes.

b) Conteo de tallos

A los 30 días después de la siembra, se realiza el conteo y se registra manualmente el número de brotes de cada planta, tres veces durante su desarrollo.

c) Altura de planta

A los 30 días con la ayuda de un flexómetro se mide, la altura en cm, desde la base del tallo hasta el ápice del brote principal de cada planta, luego se realiza las mediciones cada 15 días, hasta la floración.

d) Número y Clasificación del tubérculo por planta.

A los 155 días se procedió a la cosecha del cultivo de papa donde se clasificó el tubérculo en primera segunda y tercera. De la misma manera se contó el número de tubérculos por categoría para luego ser llevados a una balanza donde se obtuvo el peso en kg.

e) Costos de producción

Se realizó en base a ingresos y egresos actualizados durante el transcurso de la investigación, estableciendo cual tratamiento es más rentable con análisis costo-beneficio.

3.4.1.7 Procedimiento

a) Preparación del terreno

Se empleó maquinaria agrícola, se realizó una arada y rastrada del suelo, luego se hizo el surcado con jornales a azadón a una distancia de un metro entre surco.

b) Siembra

Se utilizó semilla de la variedad superchola obtenida del agricultor, se colocó una semilla por sitio a una distancia de 0,40 metros entre plantas, 1 metro entre surco.

c) Fertilización

En el retape se fertilizó con abono de síntesis química y se realizó la primera aplicación de fertilizante orgánico biosintato, mediante aplicación foliar.

d) Retape

En esta labor se hizo manualmente con azadón, a los 21 días posteriores a la siembra, esta actividad consiste en tapar con suelo a los primeros brotes del tubérculo y el fertilizante incorporado, para que la planta brote a la superficie con mayor vigor.

e) Deshierba y medio aporque

A los 48 días después de la siembra se realizó dicha actividad con la ayuda de un azadón, de esta manera se controló el crecimiento de malezas que afectan el desarrollo del cultivo y se agregó suelo al cuello de la planta formando camellones.

f) Aporque

A los 70 días postreros a la siembra con un azadón se alzó el suelo al surco para sostener a las plantas y proteger estolones en desarrollo.

g) Cosecha

Dicha labor se efectuó a los 155 días después de la siembra, el cultivo alcanzó su madurez fisiológica y estuvo listo para cosechar. Esta actividad consiste en extraer del suelo los tubérculos con la ayuda de un azadón. Los tubérculos obtenidos se clasificaron en tres categorías: primera, segunda y tercera, con los datos adquiridos se analizó el rendimiento que tuvo el ensayo implantado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Se evaluó el desarrollo de cultivo de papa con las interacciones de un sistema forestal y el sistema común o convencional más la aplicación de un abono orgánico (Biosintato).

El experimento consta de 4 tratamientos con 3 repeticiones.

4.1.1. Análisis Estadístico

2.4.1.5 Porcentaje de germinación de plantas a los 20 días post siembra

En el análisis de varianza para la variable germinación como se muestra en la tabla 13 indica que no existe diferencias significativas entre tratamientos sin embargo el T3 (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato) tiene mayor porcentaje de germinación. Se obtuvo un coeficiente de varianza de 11.94 y un promedio de 0.74 equivalente a 74 % total de germinación en los tratamientos estudiados.

Tabla 13.ADEVA del porcentaje de germinación de plantas a los 20 días post siembra.

F. V	GL	SC	CM	F	P
Total	11	0.15417			
Rep.	2	0.00292	0.00146	10.62	0.01773
F1	1	0.08333	0.08333	1.70	0.2402
F2	1	0.01333	0.01333	0.96	0.3660
F1*F2	1	0.00750	0.00750		
Error	6	0.04708	0.00785		
CV		11.94			
Media		0.74			

La prueba de tukey al 5 % para germinación de la planta a los 20 días muestra los tratamientos dentro de dos rangos. El mejor promedio de germinación lo obtuvo el T3 con 0.87 equivalente al 87 % seguido del T1 0.79 que equivale al 79 % y el de menor rendimiento lo obtuvo el T4 con 0.75 equivalente al 75 %. Mediante los resultados el T3 (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal, más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), es el que mayor porcentaje de germinación obtuvo ya que, según Pineda (2017), los árboles de aliso contienen mayor humedad y retienen el agua en el suelo y de acuerdo con Doria (2010), es necesario que

el suelo contenga suficiente humedad para que las semillas absorban la cantidad de agua necesaria para su germinación.

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5 % para variable germinación.

Tratamientos	Medias	Rango
T1, (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato.)	0.79	A
T2, (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato)	0.78	A
T3, (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato).	0.87	A
T4, (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato).	0.75	A

2.4.1.6 Altura de planta.

El análisis de varianza para altura de planta como nos muestra la tabla 15, se puede observar que no existen diferencias significativas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 6,56 y el promedio de 27,07.

Tabla 15. ADEVA de variable altura de planta

F. V	GL	SC	CM	F	P
Total	11	32.2453			
Rep.	2	0.00292	1.94132		
F1	1	0.08333	4.22453	1.34	0.2912
F2	1	0.01333	4.76280	1.51	0.2653
F1 *F2	1	0.00750	0.44083	0.14	0.7214
Error	6	18.9345	3.15575		

CV	6.56
Media	27.075

La prueba de Tukey al 5 % para altura de la planta en la cual se reconoce que los tratamientos son estadísticamente iguales, T1 con 26,44 m de altura, T2 26,40 m de altura, el T3 con 25,12, y por último el T4 con 24,40 m. Esto quiere decir que los 4 tratamientos en estudio (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico y sin aplicación del fertilizante orgánico, biosintato y cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico y sin aplicación del fertilizante orgánico, biosintato), no ejercieron mayor variabilidad en cuanto a desarrollo de la planta alcanzado alturas que se encuentran en los rangos, entre tratamientos.

Tabla 16. Prueba de Tukey al 5 % para variable altura de planta.

Tratamientos	Medias	Rango
T1, (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato.)	26,44	A
T2, (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato)	26,40	A
T3, (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato).	25,12	A
T4, (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato).	24,40	A

2.4.1.7 Número de tallos

El análisis de varianza para número de tallos en la tabla 17 indica que no existe diferencia significativa para los 4 tratamientos el coeficiente registrado es de 11,46 con un promedio de 6,92 respectivamente. Tomando en cuenta que en la recolección de datos solo se analizó los tallos principales.

Tabla 17. ADEVA de variable número de tallos.

F. V	GL	SC	CM	F	P
Total	11	6.88407			
Rep.	2	0.93182	0.46591		
F1	1	1.95213	1.95213	3.10	0.1286
F2	1	0.00120	0.00120	0.00	0.9666
F1*F2	1	0.22413	0.22413	0.36	0.5724
Error	6	3.77478	0.62913		
CV		11.46			
Media		6.9233			

En la tabla 18 podemos observar el análisis de medias, mediante la prueba de Tukey al 5 % para número de tallos, no hay diferencia entre tratamientos esto se debe a que en esta etapa fisiológica del cultivo (brote). Los tallos principales emergieron adecuadamente.

Tabla 18. Prueba de Tukey al 5 % para variable número de tallos

Tratamientos	Medias	Rango
T1, (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato.)	6.52	A
T2, (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato)	6.41	A
T3, (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato).	6.50	A
T4, (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato).	6.00	A

4.1.1.4 Rendimiento en Kg/ha⁻¹ total al finalizar el ciclo vegetativo del cultivo.

El análisis de varianza para rendimiento total indica que existen diferencias estadísticas para cada tratamiento, el coeficiente se encuentra en 28,33 y el promedio es de 11.43.

Tabla 19 ADEVA para rendimiento total al final el ciclo vegetativo del cultivo.

F. V	GL	SC	CM	F	P
Total	11	178.591			
Rep.	2	32.215	16.1073		
F1	1	76.205	76.2048	7.26	0.0358
F2	1	4.107	4.1067	0.39	0.5546
F1*F2	1	3.101	3.1008	0.30	0.6063
Error	6	62.964	10.4941		
CV		28.33			
Media		11.43			

Para rendimiento total la tabla 20 muestra a los tratamientos dentro de dos rangos, sobresaliendo el T1, (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional, más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato) con 13,95 kg incluyendo primera, segunda y tercera, de la misma manera con 13,56 kg el T2, seguido del T3 10,01 kg y el de menor rendimiento lo registra el T4, (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), esto puede darse por diversas causas que se presentaron en el desarrollo de la planta dentro del sistema forestal. La influencia de los árboles en la interacción con el cultivo de papa en cuanto a rendimiento, fue negativa.

Tabla 20. Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento total al finalizar el ciclo del cultivo de papa.

Tratamientos	Medias	Rango
T1, (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato.)	13.95	A
T2, (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato)	13.56	A

T3, (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato).	10.01	A
T4, (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato).	8.41	B

2.4.1.8 Costo Beneficio

En la Tabla 21 se muestra el análisis económico, en el cual se detallan: costos de producción de los cuatro tratamientos que están relacionados a kilogramos por hectárea (Kg/ha^{-1}) el precio de venta de la producción, la utilidad neta por tratamiento y el costo beneficio. Para este análisis se consideró un precio mínimo promedio de 5 dólares por quintal. El tratamiento que generó mayor pérdida fue el T4 (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), ya que, obtuvo un bajo rendimiento que no retribuye su inversión.

Tabla 21 . Relación costo - beneficio de cada tratamiento con un precio de \$5 los 42,5 kg.

T	C.P de tratamientos	Producción por categorías de Kg/ha^{-1}				Total	Venta	Utilidad	Costo- Beneficio
		P	S	T					
T1	4.030	20.400	9.137	3.400	32.937	3.874	-154	-0.03	
T2	4.000	20.340	8.925	3400	32.665	3.842	-158	-0,04	
T3	3.040	8.995	7.650	1.912	18.517	2.300	-560	-0,20	
T4	3.083	16,150	5.312	3.740	25.202	2.964	-636	-0,17	

En la Tabla 22 se detalla el análisis económico por tratamientos con un precio promedio de 13 dólares, valor al que se vendió el producto en el mercado mayorista de la ciudad de Ibarra. En esta tabla se observa que el tratamiento T1 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato) y T2 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), muestran una relación costo/beneficio de 1,50 y 1,40 dólares, esto indica que, por cada dólar invertido se obtiene un beneficio de 0,50 y 0,40 dólares, seguido del T3 (Cultivo de papa

implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato) que alcanzó un costo- beneficio de 1,13 dólares, es decir se gana 0,13 por unidad invertida, mientras que el rendimiento más bajo la obtuvo el T4 (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico biosintato), cuyo costo- beneficio es de 1,03 dólares obteniendo una ganancia de 0,3 por cada dólar de inversión.

Tabla 22. Relación costo - beneficio de cada tratamiento con un precio de \$13 los 42,5 kg.

T	C.P de tratamientos	Producción por categorías de Kg/ha ⁻¹				Total	Venta	Utilidad	Costo- Beneficio
		P	S	T					
T1	4.030	20.400	9.137	3.400	32.937	10.075	6.045	1,5	
T2	4.000	20.340	8.925	3400	32.665	9.992	5.992	1,40	
T3	3.040	16,150	5.312	3.740	25.202	7.708	3609	1,13	
T4	3.083	20.340	8.925	3400	32.665	9.992	5.992	1,40	

En la tabla 23 se muestra el análisis económico de los cuatro tratamientos evaluados, para ello se ha considerado un precio promedio alto de 20 dólares, ya que existen temporadas donde el precio del quintal supera los \$20 ayudando a mejorar la economía local. Como se evidencia a continuación, todos los tratamientos generaron rentabilidad independientemente de la producción, sin embargo, los que obtienen mayor utilidad fueron el T1 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico biosintato) con \$2,84 y T2 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato) con \$2,80, T3 (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato) con \$2,29 es decir que por cada dólar invertido existe una ganancia de \$1,84 \$1,80 y \$1,30 respectivamente. Por otra parte, el T4 (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato) fue el tratamiento con menor rentabilidad, ya que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$1,13.

Tabla 23. Relación costo - beneficio de cada tratamiento con un precio de \$20 los 42,5 kg.

T	C.P de tratamientos	Producción por categorías de Kg/ha ⁻¹			Total	Venta	Utilidad	Costo- Beneficio
		P	S	T				
T1	4030	20.400	9.137	3.400	32.937	15,500	11,470	2,84
T2	4030	20.340	8.925	3400	32.665	15,371	11.341	2,80
T3	3.040	16.150	5.312	3.740	25.202	11,859	8.259	2,29
T4	3.083	8.995	7.650	1.912	18.517	8713	5930	2,13

4.2 DISCUSIÓN

El porcentaje de emergencia a los 20 días después de la siembra no mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, sin embargo, el T3 (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), obtuvo mayor poder germinativo. Estos resultados se deben principalmente, a la presencia de árboles de aliso, el suelo mantuvo una humedad idónea, para que las plantas puedan absorber el agua necesaria, y así, germinar adecuadamente. Por otro lado, la sombra ejercida por los árboles, sobre la semilla fue otro factor que ayudó a mejorar su porcentaje de germinación, estos resultados coinciden con lo manifestado por, Berger (2020), quien afirma, que la mayoría de semillas germinan mejor bajo condiciones de oscuridad y poca luz.

Los valores registrados en altura de planta muestra que los tratamientos no presentaron diferencias significativas, no obstante el T1 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato) y T2 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), obtuvieron mejores respuesta, lo que concuerda con Escobar (2016), quien dice que en un sistema convencional se obtiene mejores resultados, en cuanto a la mayoría de variables, debido a que se emplea mayoritariamente insumos de síntesis química y su disponibilidad es inmediata lo que garantiza un mejor desarrollo de planta. Por otro lado Valverde *et al.*, (2011), hace referencia a la utilización de fertilizantes químicos y orgánicos y manifiesta que la combinación de ambos potencia la acción asimilativa de nutrientes estimulando el desarrollo de raíces, tallos y hojas.

Ante los resultados obtenidos en número de tallos es claro que no existe diferencia alguna, entre tratamientos por lo que se deduce que la fertilización orgánica con biosintato y los sistemas convencional y forestal no tuvieron efectos negativos en el desarrollo de tallos de la planta de papa.

No obstante, en la cuarta variable analizada, producción final, se identificaron diferencias entre tratamientos. El T1 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato) y T2 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), obtuvieron mayor producción, mientras que el T3 (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), y T4 (Cultivo de papa implementado en un sistema

agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), presentaron un menor rendimiento, esto quiere decir que los árboles de aliso influyeron en la producción final del cultivo. Lo que concuerda con Nieto, Córdoba & Ramos (1999), quien en su investigación, “Evaluación parcial de tres sistemas agroforestales como alternativa de producción sostenible, para la zona Andina del Ecuador”, la combinación de un sistema agroforestal de aliso-retama con un cultivo tracional (papa) generó bajos índices de producción, argumentando que el efecto de sombra matutina y vespertina que ejercen los árboles, provoca la obstrucción de radiación solar y como ya es de conocimiento científico la luz solar es de vital importancia para que las plantas realicen el proceso de la fotosíntesis. Ya que, de acuerdo con López J (2018), las plantas necesitan una intensidad de luz mínima para iniciar el proceso de fotosíntesis; esto se llama punto de compensación de la luz. A medida que aumenta la intensidad de la luz y la cantidad de energía proveniente de una fuente de luz, mayor será la velocidad de la fotosíntesis. Si este proceso importante no se da correctamente se verá afectado los procesos metabólicos de la planta por ende el crecimiento y desarrollo de los frutos, estos problemas se verán reflejados en la calidad y tamaño del tubérculo. Lo anteriormente mencionado es corroborado por Rojo (2006), quien afirma que, la planta de papa requiere de luz de mayor intensidad, para desarrollar su área foliar, así como, en su proceso de formación y engrosamiento de tubérculos.

En lo que respecta, al beneficio económico de cada tratamiento investigado, el T1 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), generó mayor rentabilidad, seguido del T2 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), dichos resultados están estrechamente relacionados, ya que, ambos tratamientos, se implementaron bajo un mismo sistema. Por varios factores el precio del qq de papa en el mercado es muy inestable. Al analizar el costo- beneficio por tratamientos se puede deducir que, si el precio del qq de papa está por debajo de los \$5 en el mercado, genera pérdidas al productor, también se realizó una proyección en el costo del qq a \$13 ,en el cual, el T3 (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato) y T4 (Cultivo de papa implementado en un Sistema agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), presentan una rentabilidad mínima, pero existe ocasiones en la cual el precio del qq alcanza o supera los \$20 (dependiendo de la calidad del producto y la variedad), época muy beneficiosa para los productores, ya que llegan a obtener mayores ganancias.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Para el análisis de resultados obtenidos se empleó prueba de tukey al 5 %. Según los análisis realizados en esta investigación, el sistema convencional sin y con aplicación de fertilizante orgánico biosintato y el sistema forestal sin y con la aplicación de fertilizante orgánico biosintato, en las variables evaluadas germinación, altura y número de tallos, no presento diferencias estadísticas significativas por lo que el cultivo tradicional (papa), responde de la misma forma dentro de los sistemas y con la interacción del fertilizante orgánico.
- Para rendimiento final, el T1 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más la aplicación del fertilizante orgánico, biosintato) y T2 (Cultivo de papa implementado en un Sistema convencional más la aplicación del fertilizante orgánico, biosintato), generan mayores niveles, a diferencia del T3 (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), y T4 (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal sin aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), en los cuales se obtuvo menos cantidad y menor tamaño de tubérculos, pero el producto fue de mejor calidad.
- En el análisis del costo/beneficio, se puede decir que el T1 (Cultivo de papa implementado en un sistema convencional más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), es el que mayor costo/beneficio tiene, en este se tuvo una mayor inversión, pero se da una buena compensación en la producción final, a diferencia del T3 (Cultivo de papa implementado en un sistema agroforestal más aplicación de fertilizante orgánico, biosintato), donde, los costos son bajos debido a que existió menor incidencia de plagas y enfermedades, por tal motivo las fertilizaciones químicas para contrarrestar el problema fueron menores a las del sistema convencional.

5.2. RECOMENDACIONES

- Investigar que cultivos presentan mejor respuesta con la interacción de un sistema agroforestal de aliso.
- Realizar investigaciones sobre el manejo nutricional del cultivo realizando la fertilización química en combinación con la fertilización orgánica, con la finalidad de disminuir los costos de producción, incrementar los rendimientos, conservar el equilibrio del ecosistema y producir alimentos más sanos para el consumidor.
- Es importante tomar en cuenta el tamaño del árbol del sistema agroforestal ya que como se había mencionado anteriormente esto influye en la calidad de luz que ejerce al cultivo.
- Si los árboles son mayores a 2 metros, de altura es importante que, al incorporar con otro cultivo, este se siembre a una distancia prudente para evitar que el árbol compita por nutrientes y no ejerza sombra sobre el cultivo.
- Es de vital importancia realizar la poda de árboles así de esta manera se evita que el árbol crezca de manera desmedida.
- Se debe buscar alternativas de producción que tengan menor impacto sobre los ecosistemas y medio ambiente.
- El agricultor debe emplear mejores alternativas de producción, que permitan ejercer menos presión al ecosistema donde se desarrollan las actividades agrícolas.

IV REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrizon. (12 de Febrero de 2019). *AGRIZON*. Obtenido de AGRIZON: <https://www.e-agrizon.com/wp-content/uploads/2019/02/ABONO-COMPLETO-10-30-10.pdf>
- BasF. (22 de Abril de 2012). *Ficha Técnica*. Obtenido de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Ficha+T%C3%A9cnica++Kelpak%C2%AE.pdf>
- Bastidas, J. (2017). *Primer Seminario Internacional de Nutrición en papa*. Tulcan-Ecuador: Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- Benavides, V. (2013). “Evaluación de los sistemas agroforestales para la elaboración de un plan de. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, Latacunga- Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1640/1/T-UTC-1514.pdf>
- Berger. (28 de Febrero de 2020). *BERGER*. Obtenido de Ambiente necesario para la apropiada germinación de la semilla: <https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/ambiente-necesario-para-la-apropiada-germinacion-de-la-semilla/#:~:text=El%20suelo%20o%20el%20medio,comenzar%20el%20proceso%20de%20germinaci%C3%B3n.&text=La%20mayor%C3%ADa%20>
- Chulde, A. (2019). *Tema: “Alternativas de fertilización para el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) con el*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi , Tulcán. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/763/1/347%20Alternativas%20de%20fertilizaci%C3%B3n%20para%20el%20cultivo%20de%20papa%20-%20Huaca.pdf>
- Científico Ecuatoriano, descubrió repelente para salvar la papa. (26 de Noviembre de 2018). *La hora*. Obtenido de <https://www.pressreader.com/ecuador/la-hora-imbabura/20181126/page/3/textview>
- Doria, J. (2010). GENERALIDADES SOBRE LAS SEMILLAS: SU PRODUCCIÓN, CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO. *Scielo*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011
- EcuRed. (3 de Junio de 2016). *Agricultura Convencional* . Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia_cubana
- Eduardo, J., & Roberqui, M. (2012). Comportamiento del crecimiento y el rendimiento de la variedad de papa (Solanum tuberosum L.) Spunta. *Scielo*. Recuperado el 23 de Enero de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-

59362012000400007&fbclid=IwAR3uNHuP5JEMkA1VX8rUVHpzakfyXsX0zVISo
S1rYizE3_8wKAScyWuh04s

Enrique, T. (s.f.). "REGENERACIÓN ECOLÓGICA DEL CENTRO EXPERIMENTAL SALACHE". *REGENERACIÓN ECOLÓGICA DEL CENTRO EXPERIMENTAL SALACHE*". UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, Latacunga – Ecuador. Recuperado el 13 de Enero de 2019, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3553/1/T-UTC-00790.pdf>

Enrique, T. (2016). "REGENERACIÓN ECOLÓGICA DEL CENTRO EXPERIMENTAL SALACHE". UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, Latacunga . Recuperado el 13 de Enero de 2019, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3553/1/T-UTC-00790.pdf>

Escobar, B. (2016). *Estudio comparativo y manejo de dos sistemas de producción convencional y limpio en el cultivo de papa, (Solanum tuberosum)*. Tesis , Universida Técnica de Ambato, Ambato. Recuperado el 15 de Diciembre de 2019, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24716/1/tesis-058%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20453.pdf?fbclid=IwAR3aWQQtGiGC1S5m>

ESPAC. (7 de Mayo de 2020). *INEC* . Obtenido de INEC: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf

FAO. (12-13 de OCTUBRE de 2009). *FAO*. Obtenido de http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf

FAO. (15 de JUNIO de 2018). *FAO*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1141396/>

Fermagri. (20 de Enero de 2021). *Fermagri*. Obtenido de Innovación de fertilizantes: <http://www.fermagri.com/fertilizante-8-20-20-premiun.html>

Gómez, M. (2006). *introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdoba: Brujas.

Guale, W., Suárez, L., & Tomalá, C. (2005). "Diseño de sistemas agrosilvoculturales para le uso adecuado de los recursos naturales, en el recinto el Salado, comuna Salanguillo, Cantón Santa Elena". La Libertad-Ecuador. Recuperado el 13 de diciembre de 2018,

https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/904/1/GUALE%20ROSALES%20WILMER%20Y%20SU%C3%81REZ%20TOMAL%C3%81%20JOSE%20L.%20TOMALA%20BORBOR%20CARLOS.pdf?fbclid=IwAR2kKlieGU-I_ZMit-ufdFR4QvXV0M-8LFHuzdIIymAeEW8ccBEwO7BzLBA

- Hora. (22 de Abril de 2007). El aliso, especie a ser protegida. *En Tungurahua el aliso se encuentra hasta los 3.200 msnm Huambaló*. Obtenido de <https://lahora.com.ec/noticia/561117/el-aliso-especie-a-ser-protegida>
- Inostroza, J. (2017). *Manual de Papa Chile*. Providencia ,Santiago: Boletín INIA N° 10. Obtenido de INIA: <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/10%20Manual%20Papa.pdf?fbclid=IwAR3CiBZZMxIKI7sJ9hWJX7j7xY0-hFAAOB9y7vElqpp3agIJ1QWXLp8Y5yQ>
- Inostroza, J., Mendéz, P., & Sotomayor, L. (13 de Noviembre de 2009). *INIA*. Obtenido de Botánica y morfología de la papa.: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7281>
- Leveratto, C. (5 de Marzo de 2015). *INTA*. Obtenido de INTA: <https://inta.gob.ar/noticias/el-cultivo-de-papa#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%3A%20Solanum%20tuberosum%20es%20una,hasta%201%20m%20de%20altura.>
- López, J. (5 de Octubre de 2018). *PROMIX*. Obtenido de PROMIX: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/conceptos-basicos-de-la-fotosintesis/>
- López, M., & Molina, R. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Managua,Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Recuperado el 16 de 2 de 2020, de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Libro_de_agroforesteria.pdf
- Martínez, I., Alonso, R., Varela, M., Calvo, Y., Fernández, F., Gómez, L., . . . José, V. (01 de 2019). *dicenle*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2019, de dicenle: <https://www.dicenlen.eu/es/diccionario/entradas/investigacunsiofuc-campo>
- Mastrocola, N., Pino, G., Mora, X., Haro, F., Rivadeneira, J., & Cuesta, X. (2016). *Catálogo de variedades de papa en Ecuador* . INIAP, Quito- Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2748/1/iniapscpm427.pdf>
- Montesdeoca, Fabián, Panchi, N., Navarrete, I., Pallo, E., Yumisaca, F., . . . Piedra, J. (2013). *Guía Fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador*. Quito-Ecuador: Imprenta Mariscal.

- Morales, L. (2018). *Utilización de árboles fijadores de nitrógeno Escallonia pendula y Alnus acuminata*. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD, Sogamoso.
- Nieto, C., Córdoba, J., & Ramos, R. (1999). Evaluación parcial de tres sistemas agroforestales como alternativa de producción sostenible para la zona Andina de Ecuador. *Revista Informativa INIAP*, p. 18-29. Recuperado el 15 de 10 de 2019, de https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1471?fbclid=IwAR18apc7KCTVp64ds6_BcIGQdE1ZqMISE7JKAxZoeShmnHH8FF_tqT_lfx0
- Páez, E. (2016). "REGENERACIÓN ECOLÓGICA DEL CENTRO EXPERIMENTAL SALACHE". UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, Latacunga-Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3553/1/T-UTC-00790.pdf>
- Pineda, O. (24 de Agosto de 2017). *El árbol de Aliso (alnus jorullensis) para protección ambiental en climas templados y fríos*. Obtenido de Engormix: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/arbol-aliso-alnus-jorullensis-t41098.htm>
- PressReader. (26 de Noviembre de 2018). *Científico ecuatoriano, descubrió repelente para salvar la papa*. Obtenido de La Hora: <https://www.pressreader.com/ecuador/la-hora-imbabura/20181126/page/3/textview>
- Puetate, M. (2019). "Alternativas de fertilización para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) con. Tulcán. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/764/1/348%20Alternativas%20de%20fertilizaci%3b3n%20para%20el%20cultivo%20de%20papa%20-%20Mont%3bafar.pdf?fbclid=IwAR0m0dmPZpqzM61SaxSyx5IqItrgac4wkyRT21uP9jMzid4vJQwjf5d7ER4>
- Rojo, W. (28 de Noviembre de 2006). *Guía de manejo nutricional especialidad papa*. Obtenido de SQM: http://www.sqm-vitas.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Potato_L-ES.pdf?fbclid=IwAR0lyR55RXi5ymgjyCgGecvmuJcXAWZxlwZsOtET1pl_-U5oC4ZcWBV1uDo
- Rosales, J. (2018). La biotecnología es el valor que ofrece este centro. *LIDERES*. Recuperado el 15 de Enero de 2019, de <https://www.revistalideres.ec/lideres/biotecnologia-ofrece-centro-ecuador-bioquimica.html>
- Tapia, E. (2016). *REGENERACIÓN ECOLÓGICA DEL CENTRO EXPERIMENTAL SALACHE*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, Latacunga- Ecuador . Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3553/1/T-UTC-00790.pdf>

- Taramuel, F. (2017). "EVALUACIÓN DEL PESO DEL TUBÉRCULO Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, Ibarra . Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7447/1/03%20AGP%20222%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Toledo, M. (2016). *El cultivo de la papa en Honduras*. San José, Costa Rica. Recuperado el 12 de Julio de 2019, de Brotación y emergencia de los tallos de un tubérculo de papa.: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/BVE17069070e%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/BVE17069070e%20(5).pdf)
- Unknown. (23 de Mayo de 2015). *Agroecología*. Obtenido de Agroecología: https://www.juanelgenio.blogspot.com/?fbclid=IwAR1RIQWpPeolQuYMOgjq3udDEz1_ilbN93vwU23wXLoJqITXwZAdpTQ0jx8
- Valverde, F., Alvarado, S., Torres, C., Quisphe, J., & Parra, R. (28 de Junio de 2011). *Cipotato*. Obtenido de LOS ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCTIVIDAD DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.): https://cipotato.org/wp-content/uploads/congreso%20ecuatoriano%204/Franklin_Val.pdf
- Vignola, R., Watler, W., Céspedes, A., & Morales, M. (Enero de 2017). *Mag*. Obtenido de Mag: http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-papa.pdf?fbclid=IwAR3Jcl3MU2z2n75_z7ZLD8LFYJCeZR5k0kBG9DUPA1MwX_2FzYGfM3lto
- Yara. (12 de Enero de 2021). *YARA*. Obtenido de Nutrición Vegetal: <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/productos/otros-productos/npk-10-30-10/>

V. ANEXOS

Anexo 1 Costo de producción por hectárea.

COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA.				
CULTIVO: Papa, variedad Superchola		SISTEMA: CONVENCIONAL		
PROVINCIA: Carchi		CANTÓN: Tulcán	FECHA: 12/02/2021	
PARROQUIA: El Carmelo				
RESPONSABLE: Iveth Nataly Jiménez Mora				
DETALLE	UNIDA D	CANTIDA D	COST UNITARIO	COST TOTAL
Preparación del terreno				
Arada, Rastra	Yunta	2	\$ 30,00	\$ 60,00
Surcada	Jornal	10	\$ 10,00	\$ 100,00
Subtotal 1				\$ 160,00
Compra de semilla (variedad superchola)				
semilla	kg	2331	\$ 0,64	1.491,84
Subtotal 2				1.491,84
LABORES CULTURALES				
Siembra	Jornal	10	\$ 10,00	\$ 100,00
Retape	Jornal	10	\$ 10,00	\$ 100,00
Deshierbe	Jornal	10	\$ 10,00	\$ 100,00
Subtotal 3				\$ 300,00
APLICACIÓN DE FERTILIZANTE QUÍMICA (Desinfección de semilla)				
Eltra	gr	480	\$ 9,00	\$ 18,00
Curacron	gr	500	\$ 8,00	\$ 16,00
Kelpak	gr	1500	\$ 10,00	\$ 30,00
ABONO				
Fertiza 08-20-20	kg	1.500	\$ 0,56	\$ 616
Fertiza 10-30-10	kg	1.500	\$ 0,56	\$ 616
ENGROSE				

Boro	litros	1	\$ 6,50	\$ 13,00
Calcio Boro	litros	1	\$ 7,50	\$ 15,00
FERTILIZACIÓN PARA LANCHAS				
Cursate	kg	1	\$ 6,00	\$ 18,00
Dictane	gr	430	\$ 5,50	\$ 16,50
Foro	kg	500	\$ 7,50	\$ 22,50
Subtotal 4				
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA				
Biosintato	litros	1	\$ 20,00	\$ 40,00
Subtotal 5				
COSECHA				
Costales	Unidad	600	00,10ctvs	\$ 60,00
Mano de obra	Jornal	15	\$ 10,00	\$ 150
Subtotal 6				
COSTO TOTAL				
				\$ 3582

Elaborado por: Autor

Anexo2: Certificado o Acta del Perfil de Investigación

Anexo3: Certificado del abstract por parte de idiomas

Anexo 4. Sistema convencional y Sistema Forestal con el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)



Fuente: Jiménez, (2019)

Elaborado por: Autor

Anexo 5 toma de datos de las variables altura, y número de tallos



Fuente: Jiménez, (2019)

Elaborado por: Autor

Anexo 6. Cosecha y clasificación del tubérculo.



Fuente: Jiménez, (2019)

Elaborado por: Autor

Anexo 7. Pesaje del tubérculo por categoría.



Fuente: Jiménez, (2019)

Elaborado por: Autor