



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE FERTIRRIEGO Y DOS DOSIS
DE GALLINAZA EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*
L.) VARIEDAD SUPERCHOLA EN C.E.R TUNSHI.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

JONATHAN WLADIMR QUIMBITA ZAPATA

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE FERTIRRIEGO Y DOS DOSIS
DE GALLINAZA EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*
L.) VARIEDAD SUPERCHOLA EN C.E.R TUNSHI.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: JONATHAN WLADIMIR QUIMBITA ZAPATA

DIRECTOR: Ing. Alfonso Leonel Suarez Tapia PhD.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Jonathan Wladimir Quimbita Zapata

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jonathan Wladimir Quimbita Zapata, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor/autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de mayo de 2024

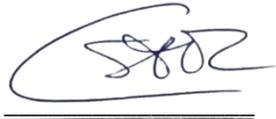
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jonathan Wladimir Quimbita Zapata', enclosed within a large, stylized circular flourish.

Jonathan Wladimir Quimbita Zapata

0550360200

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: proyecto de investigación, **EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE FERTIRRIEGO Y DOS DOSIS DE GALLINAZA EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA EN C.E.R TUNSHI.**, realizado por el señor: **JONATHAN WLADIMIR QUIMBITA ZAPATA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Víctor Alberto Lindao Córdoba PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-05-15
Dr. Alfonso Leonel Suárez Tapia PhD. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-05-15
Ing. Cristian Santiago Tapia Ramírez Msc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-05-15

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Cesar Quimbita y Nieves Zapata de quienes he recibido apoyo, cuidado, cariño y comprensión incondicional, siempre pensando en mi felicidad y superación personal, además, de agradecer a mis hermanos y familiares que me han brindado su ayuda.

Jonathan

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por otorgar salud y vida a toda mi familia.

A mis padres Cesar Quimbita y Nieves Zapata por formarme como la persona que actualmente soy y ser mis pilares para seguir cada día.

A mis hermanos Joel, Jefferson y Camila por brindarme su apoyo y compañía.

Al Dr. Alfonso Suarez por brindarme sus conocimientos y su apoyo incondicional.

Al Ing. Cristian Tapia por compartir sus conocimientos y su guía.

A mis compañeros y amigos quienes me brindaron su apoyo y compañía en el transcurso de toda la carrera.

También agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por recibirme y formarme como un profesional.

Jonathan

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. Problema de la investigación.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 <i>General</i>	3
1.2.2 <i>Específicos</i>	3
1.3 Hipótesis.....	3
1.3.1 <i>Hipótesis nula</i>	3
1.3.2 <i>Hipótesis alternativa</i>	3
1.4 Justificación.....	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
2.1 Fertirriego.....	5
2.1.1 <i>Elección de fertilizantes para fertirrigación</i>	5
2.2 Disolución nutritiva.....	6
2.2.1 <i>Conductividad eléctrica de la disolución nutritiva</i>	6
2.2.2 <i>pH de una disolución nutritiva</i>	6
2.2.3 <i>Análisis de suelo</i>	7

2.3	Riego.....	7
2.3.1	<i>Riego por goteo</i>	7
2.3.2	<i>Determinación de requerimiento de agua.....</i>	9
2.4	Abono orgánico	10
2.4.1	<i>Gallinaza</i>	10
2.4.2	<i>Materia orgánica.....</i>	10
2.4.3	<i>Ventajas de la materia orgánica.....</i>	10
2.5	Cultivo.....	11
2.5.1	<i>Origen y distribución</i>	11
2.5.2	<i>Clasificación taxonómica</i>	11
2.5.3	<i>Descripción botánica</i>	12
2.5.4	<i>Variedades.....</i>	13
2.5.5	<i>Propagación</i>	13
2.5.6	<i>Requerimientos edafoclimáticos.....</i>	14
2.5.7	<i>Etapas fenológicas de la papa</i>	15
2.5.8	<i>Labores culturales.....</i>	17
2.5.9	<i>Plagas y enfermedades.....</i>	19
2.5.10	<i>Enfermedades.....</i>	21
2.5.11	<i>Índice de área foliar.....</i>	23

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLOGICO	24
3.1	Caracterización del lugar	24
3.1.1	<i>Localización</i>	24
3.1.2	<i>Ubicación geográfica.....</i>	24
3.1.3	<i>Características climáticas</i>	24
3.2	Materiales y equipos	25
3.3	Metodología	26

3.3.1 <i>Tratamientos en estudio</i>	26
3.3.2 <i>Características del ensayo</i>	27
3.3.3 <i>Esquema de disposición del ensayo</i>	28
3.3.4 <i>Métodos de evaluación y datos registrados</i>	29
3.3.5 <i>Manejo del ensayo</i>	30

CAPÍTULO IV

4. Marco de análisis e interpretación de resultados	33
4.1 Procesamiento, análisis e interpretación de resultados	33
4.1.1 <i>Rendimiento</i>	33
4.1.2 <i>Número de tubérculos</i>	34
4.1.3 <i>Peso promedio de tubérculos</i>	35
4.1.4 <i>Número de tubérculos en cada categoría</i>	37
4.1.5 <i>Rendimiento gramos en cada categoría</i>	42
4.1.6 <i>Número de tallos por planta</i>	47
4.1.7 <i>Porcentaje de emergencia</i>	48
4.1.8 <i>Índice de área foliar (LAI)</i>	48
4.1.9 <i>Análisis económico</i>	49
4.2 Discusión	50
4.2.1 <i>Rendimiento en relación con las características agronómicas</i>	50
4.2.2 <i>Rendimiento en relación con el número y peso de tubérculos</i>	51
4.2.3 <i>Categorización de tubérculos</i>	52
4.2.4 <i>Análisis económico</i>	52
Conclusiones	53
Recomendaciones	54
Bibliografía	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Clasificación taxonómica de la papa.....	11
Tabla 2-2 Etapas fenológicas de la papa	15
Tabla 2-3 Plagas del cultivo de la papa.....	19
Tabla 2-4 Enfermedades del cultivo de papa	21
Tabla 3-1: Materiales y equipos usados en el ensayo	25
Tabla 3-2 Especificación y código de los tratamientos en estudio.....	27
Tabla 3-3: Esquema para el análisis estadístico.....	28
Tabla 3-4: Categorías de los tubérculos y su peso	32
Tabla 4-1: Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea (t/ha)	33
Tabla 4-2 Análisis de varianza para el número de tubérculos de papa por planta.	34
Realizado por: Quimbita J., 2024.....	35
Tabla 4-4: Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta de primera categoría	37
Tabla 4-5: Prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos por planta de primera categoría	38
Tabla 4-6: Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta de segunda categoría	38
Tabla 4-7: Prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos por planta de segunda categoría.....	39
Tabla 4-8: Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta de tercera categoría .	40
Tabla 4-9: Prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos por planta de tercera categoría	40
Tabla 4-10: Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta de cuarta categoría	41
Tabla 4-11: Prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos por planta de cuarta categoría	42
Tabla 4-12: Análisis de varianza para el rendimiento gramos/planta de primera categoría	42
Tabla 4-13: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento gramos/planta de primera categoría .	43
Tabla 4-14: Análisis de varianza para el rendimiento gramos/planta de segunda categoría.....	44
Tabla 4-15: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento gramos/planta de segunda categoría.	44

Tabla 4-16: Análisis de varianza para el rendimiento gramos/planta de tercera categoría.....	45
Tabla 4-17: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento gramos/planta de tercera categoría ...	46
Tabla 4-18: Análisis de varianza para el rendimiento gramos/planta de cuarta categoría	46
Tabla 4-19: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento gramos/planta de cuarta categoría	47
Tabla 4-20: Análisis de varianza para el número de tallos por planta	48
Tabla 4-21: Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia.	48
Tabla 4-22: Análisis de varianza para el índice de área foliar (LAI).....	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4-1: Rendimiento de los tratamientos t/ha.....	34
Ilustración 4-2: número de tubérculos por planta.....	35
Ilustración 4-3: peso promedio de los tubérculos.....	36
Ilustración 4-4: Relación beneficio/costo de los tratamientos.....	49

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ANALISIS DE SUELO

ANEXO B: ANALISIS DE AGUA

ANEXO C: ESQUEMA DEL ENSAYO

ANEXO E: CÁLCULOS DE LA DOSIS RECOMENDADA DE FERTIRIEGO EN INTAGRI.

ANEXO F: PRODUCTOS UTILISADOS EN EL CONTROL FITOSANITARIO

ANEXO E: COSTOS DE PRODUCCIÓN

ANEXO G: ANÁLISIS ECONÓMICO DE CADA TRATAMIENTO MEDIANTE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO

ANEXO H: TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA EN °C ENCONTRADA DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO

RESUMEN

El objetivo fue evaluar tres dosis de fertirriego y dos dosis de gallinaza en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad superchola en el Centro Experimental de riego Tunshi. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) bifactorial en arreglo de parcelas divididas, con doce tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos incluyeron tres dosis de fertirriego (dosis recomendada, dosis recomendada más el 50%, dosis recomendada menos el 50%) y un testigo absoluto, combinados con dos dosis de gallinaza (3 t/ha y 2 t/ha) y un testigo absoluto. Se evaluaron el número de tallos por planta, porcentaje de emergencia, índice de área foliar (LAI), rendimiento y categorización de los tubérculos. Los resultados obtenidos mostraron que no hubo diferencias significativas en el porcentaje de emergencia, número de tallos por planta e índice de área foliar. Sin embargo, en cuanto al rendimiento, se encontraron diferencias significativas. Los mejores resultados se obtuvieron con la combinación de la dosis recomendada más el 50% de fertirriego y una dosis de 3 t/ha de gallinaza, alcanzando un rendimiento de 11 t/ha. Además, esta combinación logró los mejores valores en la relación beneficio-costos, con un valor de 1,16, posicionándose como la opción más eficiente para que el cultivo de papa alcance su correcto desarrollo.

Palabras clave: <FERTIRRIEGO>, <GALLINAZA>, <PAPA (*Solanum tuberosum* L.)>, <RENDIMIENTO>, <SUPERCHOLA>.

0527-DBRA-UPT-2024

22-05-2024



ABSTRACT

The aim was to evaluate three doses of fertigation and two doses of poultry manure on potato (*Solanum tuberosum* L.) superchola variety at Tunshi Irrigation Experimental Center. A bifactorial randomized complete block experimental design (RCBD) in split-plot arrangement was used, with twelve treatments and four replications. The treatments included three fertigation doses (recommended dose, recommended dose plus 50%, recommended dose minus 50%) and an absolute control, combined with two doses of poultry manure (3 t/ha and 2 t/ha) and an absolute control. The number of stems per plant, percentage of emergence, leaf area index (LAI), yield and tuber categorization were evaluated. The results obtained showed that there were no significant differences in the percentage of emergence, number of stems per plant and leaf area index. However, in terms of yield, significant differences were found. The best results were obtained with the combination of the recommended dose plus 50% fertigation and a dose of 3 t/ha of poultry manure, reaching a yield of 11 t/ha. In addition, this combination achieved the best values in the benefit-cost ratio, with a value of 1.16, positioning itself as the most efficient option for the potato crop to reach its right development.

Key words: <FERTIRRIEGO>, <GALLINAZA>, <POTATO (*Solanum tuberosum* L.)>, <YIELD>, <SUPERCHOLA>.

0527-DBRA-UPT-2024

22-05-2024



Lcda. Elsa A. Basantes A.

C.C: 0603594409

INTRODUCCIÓN

En Ecuador como en todo el mundo se puede observar un crecimiento en la población, esto repercute en una mayor demanda de alimentos lo que a su vez genera una carga en los sectores encargados de producir alimentos, lo que lleva a estos a buscar maneras de mejorar sus prácticas agrícolas, dos de estas prácticas son el riego y la fertilización que han dado origen a el fertiriego que surge como una combinación de ambas, lo que potencia beneficios y reduce desperdicios.

La fertilización de los cultivos en condiciones edáficas inadecuadas provoca perdidas en la producción por la pérdida del fertilizante, pero, el fertiriego mejora estas condiciones para que los nutrientes sean más disponibles aumentando su tiempo en el suelo y evitando pérdida del mismo, como consecuencia se obtiene una mejora en el rendimiento.

Dicho esto, se puede aplicar fertiriego en el cultivo de papa, ya que, tiene como factores clave para su correcto desarrollo la fertilización y el riego, además,, en Ecuador la región sierra que cuenta con características climáticas y edáficas propicias para su producción, por ello la papa es uno de los productos más importantes tanto como para la nutrición como la economía de la población.

Sin embargo, el elevado costo de fertilizantes y la poca disponibilidad de agua son factores limitantes para la producción de papa, por ello este estudio se realizó con la finalidad de obtener dosificaciones adecuadas de fertiriego acompañadas de dosis de gallinaza en el cultivo de papa que sirva para a los agricultores como una base sobre la cual trabajar.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

El cultivo de papa en el Ecuador es uno de los más importantes, ya que, se siembra en 11 provincias y 81 cantones, con aproximadamente 82 mil agricultores dedicados al cultivo donde, además, de ser una fuente de empleo para 250 mil empleados directos e indirectos lo que genera ingresos directos de más de 80 millones de dólares (MAG, 2020).

Una de las labores más importantes para el cultivo de papa es la fertilización, pero esta se realiza de una forma inadecuada, ya que, para una correcta fertilización del cultivo es necesario un análisis del suelo. Según (IICA, 2020), la mayoría de las papas del Ecuador procede de la agricultura familiar, y esta práctica no es muy común para las familias, debido a ello la fertilización se hace con literatura o por experiencia adquirida con el paso del tiempo.

Se debe aclarar que, al fertilizar de esta manera se adicionan cantidades desmedidas de fertilizante, como por ejemplo agregar de medio a un saco de fertilizante (en la mayoría de los casos fertilizantes altos en nitrógeno), por cada semilla que se utilice. En caso de tomar la literatura referencia, para fertilizar igual sugiere una aplicación abundante de fertilizante, como por ejemplo usar una combinación de 23 sacos de 10 – 30 – 10 más 2 sacos de nitrato de calcio por hectárea (Araujo, et al., 2021 pág. 38).

Estas aplicaciones excesivas de fertilizante con el fin de aumentar la producción causan daño al medio ambiente, ya que, estas cantidades abundantes no son aprovechadas en su totalidad, sino que solo se absorben en un 30% y 50% por las plantas lo que genera: eutrofización, contaminación en aguas subterráneas, contaminación del aire, degradación del suelo lo que conlleva a desequilibrios biológicos y posteriormente reducción en la biodiversidad (González, 2019).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar tres dosis de fertirriego y dos dosis de gallinaza en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad superchola en el C.E.R Tunshi.

1.2.2 Objetivos Específicos

Determinar la mejor dosis de fertirriego y gallinaza en base al comportamiento agronómico de la papa.

Realizar el análisis económico de los tratamientos.

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis nula

Ninguna dosis de fertirriego ni dosis de gallinaza incide en el comportamiento agronómico de la papa.

1.3.2 Hipótesis alternativa

Al menos una dosis de fertirriego o dosis de gallinaza incide en el comportamiento agronómico de la papa.

1.4 Justificación

La agricultura es uno de los pilares importantes en la economía y seguridad alimentaria del Ecuador, donde el cultivo de papa es muy valioso para la serranía ecuatoriana, pero las condiciones contemporáneas relacionadas con la eficiencia en el uso de agua y fertilizantes, hace necesario la adopción de prácticas nuevas que ayuden en la producción sostenible del cultivo de papa.

En el Ecuador si bien es cierto que posee características propicias para el cultivo de papa hay que recalcar que el cultivo cambiará su comportamiento según la región en la que se encuentre, ya que, las condiciones altitudinales, climáticas, edáficas, biológicas cambian, lo que deriva en la disponibilidad de agua que puede ser alta en algunos lugares, pero poca en otros, lo mismo sucede con los nutrientes del suelo que pueden presentarse en gran cantidad en algunos lugares y poco en otros.

El fertirriego se posiciona como un método adaptable a diferentes zonas que permite la aplicación más eficiente de fertilizante y agua. Además, en combinación con gallinaza, no solo ayuda a mejorar la producción y contribuir a la sostenibilidad ambiental, sino que, sirve como fuente de materia orgánica que mejora las características del suelo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 Fertirriego

El fertirriego o fertirrigación es una moderna técnica agrícola que consiste en usar el agua de riego como vía para aplicar los fertilizantes en el cultivo (Herrera, et al., 2019). Incrementa la eficiencia y disminuye la aplicación de estos y ayuda a reducir la polución ambiental. En el fertirriego, el momento, las cantidades y la concentración de los fertilizantes son controlados fácilmente (Kafkafi, et al., 2012).

En el fertirriego se debe tener en cuenta la cantidad de agua que se utiliza y la cantidad de iones que se aporta en ese volumen de agua, además, de que la relación de sales absorbidas en la mayoría de las ocasiones no es igual al volumen de agua que se absorbe (Santos, et al., 2016).

Otro punto para tener en cuenta es la conductividad del agua, ya que, si es muy alta se debe trabajar con un mayor volumen de lavado para mantener las condiciones nutritivas en la rizósfera de la planta, por esa razón las disoluciones nutritivas se preparan en específico para cada cultivo y su estado fenológico (Mazuela, et al., 2020 pág. 21).

2.1.1 Elección de fertilizantes para fertirrigación

En las prácticas tradicionales de la agronomía a la acción de fertilizar se le relaciona con la cantidad de fertilizante en kilogramos a utilizar por unidad de superficie, pero no se toma en cuenta el volumen de agua que se aporta al realizar el riego, por el contrario, en la fertirrigación se une el fertilizante con el agua de riego lo que hace que el aporte de nutrientes sea más homogéneo por lo tanto la planta asimilará de manera más fácil los nutrientes (Sánchez de Ribera, et al., 2021).

Como se mencionó anteriormente el fertilizante se une al agua para ello es necesario que este fertilizante tenga un alto grado de solubilidad, esto asegura un mayor aprovechamiento de los nutrientes, además, de evitar obstrucciones en el sistema de inyección o en el sistema de riego (Mazuela, et al., 2020 pág. 25).

2.2 Disolución nutritiva

Una disolución nutritiva contiene todos los nutrientes esenciales de forma iónica, y en ocasiones, contendrá compuestos orgánicos como quelatos, o micronutrientes. Una solución nutritiva debe contener especies químicas en ella, que coincidan con las que se determinen en el análisis químico correspondiente (Santos, et al., 2016).

Para la preparación de las disoluciones nutritivas es preferible tener tres tanques, ya que, en ninguna circunstancia se debe mezclar en un mismo tanque el calcio con el sulfato y el fosfato porque en altas concentraciones producen sales que precipitan y esto puede causar obstrucción de las cintas de riego (Mazuela, et al., 2020 pág. 27).

2.2.1 Conductividad eléctrica de la disolución nutritiva

La conductividad eléctrica de una disolución nutritiva es la medida de la concentración total de sales disueltas y es comúnmente llamada salinidad , además, se usa para dar un seguimiento al estado de los nutrientes totales en las disoluciones, su control en el agua para fertirriego es muy importante, ya que, indica la concentración de sales que se agrega al cultivo, por general en las hortalizas se usa agua que tenga una conductividad eléctrica entre 0,82 dS/m hasta 2,4 dS/m (Mazuela, et al., 2020 pág. 22).

2.2.2 pH de una disolución nutritiva

El control de pH en el fertirriego es indispensable cada vez que se realice, porque, de este depende la solubilidad de la mayoría de los elementos, el pH optimo esta entre 5,8 y 6,2, sin embargo, este valor puede cambiar según la especie cultivada (Ayres, et al., 2022).

Otro factor para tomar en cuenta es el pH de la rizósfera que puede cambiar según el pH de la disolución nutritiva utilizada, el agua de riego que se utilice en especial si contiene iones bicarbonatos y el tipo de ácido que se utilice para bajar el pH de la disolución nutritiva final (Mazuela, et al., 2020 pág. 23).

Para un agua con pH de 6,8 a 8,3 se recomienda disminuir el pH de las disoluciones nutritivas con ácido nítrico en primer lugar y en caso de no disponerlo se puede usar ácido fosfórico como alternativa, la cantidad en la que se usen depende de la cantidad de bicarbonatos a neutralizar (Mazuela, et al., 2020 pág. 25).

2.2.3 *Análisis de suelo*

Es la evaluación del aumento o disminución de algunas características del suelo, que puede ser evaluada mediante indicadores que reflejan los cambios en la capacidad del suelo, generalmente son cambios físicos, químicos y biológicos. Como existen muchas alternativas para evaluar la calidad de los suelos se debe plantear como mínimo un conjunto de ellas para evaluar la calidad de los suelos, una de ellas es el análisis químico (Navarro, et al., 2022 pág. 55).

El análisis químico porta información valiosa sobre la disponibilidad de nutrientes para la planta que existen el suelo lo que permite compensar los nutrientes que no estén en cantidades adecuadas, prever la respuesta del cultivo a adiciones de nutrientes, determinar qué características del suelo deben ser mejoradas. Por ello un análisis químico de suelo es indispensable para diseñar programas de fertilización (Navarro, et al., 2022 pág. 57).

Además, ese indica condiciones químicas que afectan la relación del suelo con las plantas, la calidad del agua, la facultad de amortiguación del suelo, microorganismos, la disponibilidad de agua y nutrientes. Algunos de estos indicadores son la disponibilidad de nutrientes, carbono orgánico total, carbono orgánico lábil, pH, conductividad eléctrica, capacidad de adsorción de fosfatos, capacidad de intercambio catiónico, cambios en la materia orgánica, nitrógeno total y nitrógeno mineralizable (Navarro, et al., 2022 pág. 58).

2.3 *Riego*

El riego es la acción de proveer la humedad que la planta necesita para su adecuado crecimiento y desarrollo (Cadena, 2016). Mediante el riego se puede suplir la escasez de humedad que existe por un desbalance en los factores como precipitación y evapotranspiración (Pascual, 2020 pág. 10-11).

2.3.1 *Riego por goteo*

El riego por goteo es un sistema de riego localizado en donde el agua se aplica en bajas cantidades (gotas o pequeños chorros) de forma frecuente, en zonas discretas sobre o debajo de la superficie del suelo, para ello es necesario contar con una instalación en la que se debe tener el cabezal unido a una red de distribución (Pascual, 2020 pág. 316).

La red de distribución es una red de tuberías que se encargan de la distribución del agua desde el cabezal hasta las subunidades de distribución, generalmente las subunidades de distribución tienen un regulador de caudal independiente, en las subunidades pueden conectarse los ramales que son donde se conectan los emisores (Pascual, 2020 pág 317).

2.3.1.1 Ventajas del riego por goteo

Según (Pascual, 2020 pág. 223) las principales ventajas de usar un sistema de riego localizado son las siguientes:

Ahorro de mano de obra con respecto a otros tipos de riego (sistemas de riego por aspersión e inundación), por otra parte, si a este sistema se lo utiliza para fertirriego el ahorro aumenta aún más.

La superficie del suelo que esta húmeda es pequeña, lo que deja el resto de área seca y propicia para movilizarse lo que hace más fácil realizar diferentes labores.

Al ser un sistema localizado se utiliza un volumen de agua mucho menor al que se utiliza en sistemas de riego por aspersión o inundación.

Las plantas arvenses disminuyen, ya que, la superficie del suelo que esta húmeda y es propicia para su crecimiento es menor.

Con un correcto diseño y adecuado control de caudales y presiones es una opción muy propicia para regar cualquier tipo de suelo

Al realizar una correcta división de aportes hídricos como de fertilizante es habitual obtener mayor productividad de los productos, así como una mejora en su precocidad y calidad.

2.3.1.2 Inconvenientes del riego por goteo

Según (Pascual, 2020 pág. 224) los principales inconvenientes de usar un sistema de riego localizado son las siguientes:

El sistema de riego puede obstruirse por presencia de partículas inorgánicas que forman el suelo como arena, limo y arcilla, la presencia de algas o bacterias, fertilizantes precipitados o no disueltos.

La presencia de lluvia menor a 50 mm puede arrastrar sales acumuladas en la periferia del bulbo a la zona radicular y generar un aumento en la presión osmótica

Las raíces de las plantas tienden a acumularse en torno al bulbo húmedo lo que provoca un desarrollo radicular deficiente.

2.3.2 Determinación de requerimiento de agua

Para determinar el requerimiento de agua que necesita un cultivo se debe calcular la Evapotranspiración de referencia (ET_o), que expresa la evaporación ejercida por la atmosfera en un lugar y tiempo específicos, esta se calcula con parámetros climáticos y estos a su vez se obtienen a partir de datos meteorológicos donde no considera características del cultivo y de suelo (FAO, 2006 pág. 7).

Después se necesita la evapotranspiración del cultivo estándar (ET_c), que como su nombre lo indica, es la evapotranspiración que presenta un cultivo en condiciones climáticas óptimas para su desarrollo, esta evapotranspiración se calcula con la evapotranspiración de referencia a los que se integran directamente los factores de la resistencia del cultivo (FAO, 2006 pág. 7).

La relación ET_c/ET_o es conocida como coeficiente de cultivo (K_c), y puede ser determinada experimentalmente para cada cultivo (FAO, 2006 pág. 9).

Según (FAO, 2006 pág. 9) para relacionar la evapotranspiración del cultivo estándar con la evaporación de cultivo de referencia se utiliza la siguiente formula:

$$ET_c = ET_o * K_c$$

Donde:

ET_o: evapotranspiración de referencia

ET_c: evapotranspiración del cultivo estándar

K_c: coeficiente de cultivo

2.4 Abono orgánico

El abono orgánico es el resultado de descomponer naturalmente la materia orgánica por trabajo de microorganismos presentes en el ambiente, este después de la descomposición posee características nutricionales que afectan de manera positiva al suelo (Ramos, et al., 2014).

Para que el abono orgánico sea de buena calidad este debe ser libre de químicos, por lo tanto, no se puede utilizar virutas de madera que hayan pasado por procesos químicos o estiércol que proceda de ganadería intensiva (Garro, 2016).

2.4.1 Gallinaza

La gallinaza es la mezcla entre residuos de las aves como guano, plumas y residuos de comida, con, la cama sobre la cual viven (echa de un material absorbente como aserrín o viruta), que es retirada de la explotación y pasa por un proceso donde se elimina la humedad (Garro, 2016 pág. 21).

2.4.2 Materia orgánica

La materia orgánica es un componente esencial del suelo y aunque se lo piensa como un solo compuesto de color oscuro similar al suelo, es más, ya proviene de la acumulación de los componentes que quedan de las plantas y animales, estos pueden ser exudados, estiércoles, orín, ramas, hojas, parte de los frutos o flores, plumas, pelaje, hueso (Garro, 2016 pág. 20).

La materia orgánica puede ser aplicada al suelo de diferentes formas, una de ellas es en estado fresco como es el caso de los estiércoles que son dejados donde pastan los animales, otra forma es en estado seco como es el caso del mulch o de las coberturas muertas producto de cosecha y el ultimo estado es en procesado donde se encuentran el compost, vermicompost o purines estabilizados como estiércol o guano de aves conocido como comúnmente como gallinaza (Roman, et al., 2013 pág. 20).

2.4.3 Ventajas de la materia orgánica

Según (Roman, et al., 2013 pág. 20), las ventajas de usar materia orgánica son:

Mejora de las propiedades físicas lo que hace más fácil realizar labores pre-culturales.

Aumenta la capacidad de retención de humedad lo que ayuda a la regulación de temperatura.

Mejora la capacidad de intercambio catiónico porque se adiciona macronutrientes y micronutrientes.

Se agregan nutrientes de manera natural por la acción de diversos microorganismos como bacterias que ayudan a transformar sustancias insolubles en nutrientes estos microorganismos.

2.5 Cultivo

2.5.1 Origen y distribución

Se estima que el origen genético de la papa se encuentra en América del sur, donde más específicamente los Andes alrededor del lago Titicaca, además, se cree que fue domesticada en un periodo de tiempo entre los 7000 y 10000 años, (Araujo, et al., 2021 pág 11).

Hasta el año 2022 la papa se cultiva en más de 20 millones de hectáreas, en 150 países, además, en 2020 la producción mundial llegaba a un total de 359 millones de toneladas, posicionándolo como el tercer cultivo alimentario de mayor importancia en el mundo, ya que, la papa constituye un alimento que aporta una fuente saludable de hidratos de carbono, con alto contenido de fibra y bajo de grasa adicionalmente es rica en antioxidantes y nutrientes (FAO, 2022).

2.5.2 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la papa es:

Tabla 2-1 Clasificación taxonómica de la papa

Taxonomía	
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Subgénero	Potatoe
Sección	Petota
Serie	Tuberosa

Fuente: (Pumishaco, et al., 2002 pág. 33)

Realizado por: Quimbita J., 2024.

2.5.3 Descripción botánica

Según (Araujo, et al., 2021 pág 13) y (Cuesta, et al., 2022 pág 3) la morfología de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad superchola es la siguiente:

Tallo: habito de crecimiento erecto, tallos pigmentados, se puede clasificar en dos, ya que, existe el tallo principal que se origina de la yema del tubérculo usado como semilla y el tallo secundario que nace de una yema ubicada en el tallo principal.

Rama: nace de una yema área que se encuentre en el tallo principal.

Estolón: tallos laterales normalmente subterráneos que se encargan del transporte de nutrientes y agua que serán entregados en el tubérculo.

Hojas: son diseccionadas con un color verde intenso, generalmente tiene sus foliolos laterales diseccionados en tres a cuatro pares más un foliolo final, entre los foliolos laterales se pueden encontrar dos a tres pares de interhojuelas sobre peciololus.

Flor: su forma es estrellada debido a los cinco pétalos soldados que forman la corola, en el caso de la variedad superchola su flor es moderada con un color morado que destaca bastante y un color blanco que no destaca tanto.

Fruto: es una baya con forma redondeada, su color puede ser desde el verde hasta el morado. conocido como lulu papa o tzimbalo, contiene semillas que pueden ser usadas en mejoramiento genético.

Tubérculo: la forma es ovalada con ojos superficiales, de color rosado en mayor cantidad y blanco crema en menor cantidad, la pula tiene un color amarillo intenso

Brotos: la mayor parte del brote es de color blanco excepto en la base que es de color morado.

2.5.4 Variedades

Según (Araujo, et al., 2021 pág. 11), el Ecuador conserva alrededor de 550 variedades de cuatro especies distintas. De las cuales 30 variedades son las más cultivadas, y abarcan la mitad del área sembrada en el país, estas variedades son:

Superchola: esta variedad se obtuvo por el señor German Bastidas en Carchi, creada del cruzamiento entre (Rosita x Curipamba) x *S. phureja* x Chola normal) x Chola 1, 2, 3), liberada en el año 1994, cultivada en Carchi, Bolívar, Chimborazo, Pichincha, Tungurahua y Cotopaxi (Cuesta, et al., 2022 pág. 3).

Yema de huevo: una papa suave de buen sabor producida mayormente en la provincia de Cotopaxi, el tubérculo tiene forma comprimida con ojos medios, el color de la piel es amarillo y de la pulpa un color crema, su ciclo de cultivo puede llegar a 149 días (Cuesta, et al., 2022 pág. 23).

INIAP fripapa: esta variedad se obtuvo por el INIAP, creada del cruzamiento entre (Bulk México x 378158721) x I-1039, liberada en el año 1995, se cultiva en las provincias de Chimborazo, Tungurahua, Pichincha y Cotopaxi (Cuesta, et al., 2022 pág. 4).

Única: es una variedad colombiana creada por ICA (instituto colombiano agropecuario), los tubérculos tienen forma redonda, la piel es de color crema mientras que su pulpa es de color amarillo, proviene del cruzamiento entre E-59-42 (Clon neotuberosum ssp adg) x Masal de polen (variedades nativas colombianas), liberada en 1995 (Centro Internacional de la papa, 2017).

2.5.5 Propagación

La papa se reproduce de manera vegetativa esto quiere decir que se usa el tubérculo o un fragmento como semilla, para esto se usa el mismo tubérculo obtenido de la cosecha anterior que pasan por un proceso de selección y almacenamiento. Aproximadamente el 5 y el 15% de la cosecha se utiliza para la próxima siembra (Ordoñez, et al., 2016).

2.5.6 *Requerimientos edafoclimáticos*

2.5.6.1 *Altitud*

La altitud es la distancia vertical de cualquier punto de la tierra con respecto al nivel del mar, se expresa como metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) (Benadi, et al., 2013).

La altitud influye en el clima y temperatura de una zona, esto se debe a que si la altitud aumenta la temperatura disminuye y aumenta la precipitación (Núñez, et al., 2018).

La papa (*Solanum tuberosum* L.) se puede sembrar a partir de 2800 m.s.n.m. hasta los 3400 m.s.n.m. (Cuesta, et al., 2022 pág. 3).

2.5.6.2 *Temperatura*

Se trata de un cultivo adaptado al clima templado-frio, por ende, las temperaturas más beneficiosas son las que están dentro de 13 y 18°C con temperaturas nocturnas frescas, cuando la temperatura es superior afecta a la formación de los tubérculos y ayuda al desarrollo de plagas y enfermedades, por el contrario, si la temperatura es menor los tubérculos no se desarrollan y quedan pequeños, además, la temperatura del suelo al momento de sembrar debe ser 7°C (Zuñiga, et al., 2017 pág. 142).

2.5.6.3 *suelo*

El cultivo de papa prefiere suelos arenosos o semi arenosos pero se desarrolla bien la mayoría de suelos, existe problema con los suelos compactos y pedregosos que son los que afectan en su crecimiento porque los órganos subterráneos no se pueden desarrollar libremente, la humedad del suelo es muy importante para el desarrollo del cultivo, si es excesiva los tubérculos disminuye su sabor, tiempo de conservación, cantidad de fécula, por el contrario, si la humedad es muy baja las ramificaciones del rizoma son más largos lo que aumenta el número de tubérculos pero disminuye su tamaño (Zuñiga, et al., 2017 pág. 142).

2.5.6.4 *pH del suelo*

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) es considerada una planta resistente a la salinidad, se desarrolla mejor en suelos con una alta cantidad de humus, subsuelo profundo y con un pH ácido

que este en un rango de 5,5 a 6,0, esta característica se da más en suelos arenosos (Zuñiga, et al., 2017 pág. 142).

2.5.6.5 *Humedad relativa*

La humedad relativa moderada es un factor muy importante para el correcto desarrollo del cultivo, sin embargo, la humedad relativa excesiva desde el momento de la germinación hasta la aparición del tubérculo resulta perjudicial para el cultivo porque favorece la aparición de hongos patógenos (Zuñiga, et al., 2017 pág. 142).

2.5.6.6 *Intensidad luminosa*

La intensidad luminosa es un factor que incide en el fotoperiodo lo que a su vez induce la tuberización en el cultivo, los fotoperiodos cortos favorecen la tuberización y los fotoperiodos largos inducen el crecimiento lo que deriva en el rendimiento (Zuñiga, et al., 2017 pág. 143).

2.5.7 *Etapas fenológicas de la papa*

A continuación, se presenta una tabla con los diferentes estados fenológicos de la papa

Tabla 2-2 Etapas fenológicas de la papa

Fase	Etapas	Descripción	Imagen
Fase vegetativa	V0	Brotación de la semilla En esta etapa la semilla está en estado de reposo y después brota, puede iniciar después de la siembra, pero depende de cada variedad.	
	V1	Emergencia Esta etapa inicia desde la siembra hasta que la planta alcanza 15 cm de altura, generalmente transcurren 16 a 30 días después de la siembra	

	V2	Desarrollo	El cultivo entra en esta etapa una vez hayan transcurrido entre 50 a 90 días después de la siembra, esto puede variar según la variedad.	
	V3	Inicio de floración y tuberización	presencia de botones florales en las yemas terminales, generalmente también se inicia la tuberización y se caracteriza porque la parte terminal del estolón se agrande.	
Fase reproductiva	R4	Fin de floración y tuberización	Esta etapa los botones florales han reventado y los estolones han terminado de formar el tubérculo.	
	R5	Engrose	Esta etapa se caracteriza por el llenado de los tubérculos ya formados, en esta etapa crecen y llegan a su tamaño máximo	
Fase de maduración	R6	Maduración y cosecha	En esta etapa los tubérculos están listos para cosecharse, y las plantas han terminado su ciclo de vida por lo cual se amarillan y mueren.	

Fuente: (Araujo, et al., 2021 pág. 17)

Realizado por: Quimbita J., 2024.

2.5.8 *Labores culturales*

2.5.8.1 *Preparación del suelo*

En la preparación del suelo actualmente se realiza un muestreo para su posterior análisis, para realizarlo correctamente se debe delimitar el área de terreno donde se cultivará y posteriormente realizar un croquis donde se identifique condiciones similares de suelo, drenaje, color, pendiente y vegetación, para tomar las diferentes muestras, se recomienda realizar el muestreo en zig zag para abarcar mayor área de terreno, se puede tomar un total de 6 a 12 muestras por hectárea (Villanueva, 2017 pág. 11).

La preparación del suelo se debe hacer con unos 3 a 4 meses de anticipación para que los huevos y pupas de diferentes insectos queden expuestos a factores climáticos como el sol, el viento, la lluvia y mueran o sean consumidos por aves (Villanueva, 2017 pág. 11).

En la preparación del suelo se puede hacer 2 pases de arada a una profundidad máxima de 0,3 m luego realizar una cruz a perpendicular al arado para romper los terrones grandes y homogenizar el terreno, después realizar un pase de rastra para romper más los terrones y dejar uniforme la superficie de tierra, por último, se debe añadir la materia orgánica para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Araujo, et al., 2021 pág. 29).

2.5.8.2 *Surcado*

El surcado se debe realizar un día antes de la siembra y depende de las características del suelo, sin embargo, es recomendable tener hacer los surcos a una distancia de 1 m a 1,4 m con una profundidad máxima de 0,2 m, puede ser realizado con tractor, yunta o forma manual, la dirección del surco debe hacerse en forma cruzada a la pendiente (Araujo, et al., 2021 pág. 30).

2.5.8.3 *Desinfección de la semilla*

La desinfección de la semilla se usa para proteger al tubérculo de enfermedades que puedan afectarlo por daño mecánico, además, busca evitar el ataque de enfermedades durante las primeras etapas fenológicas, la desinfección de la semilla ha resultado ser efectivo contra *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.*, *Helminthosporium solani*, *Pectobacterium sp.*, (Velásquez, et al., 2021)

En esta actividad se utiliza fungicidas u otro tipo de desinfectantes, los tratamientos de desinfección pueden ser realizados a la semilla donde se sumergen en una preparación desinfectante o la semilla puede ser desinfectada en el surco con la ayuda de una bomba de fumigar (Méndez, et al., 2019).

2.5.8.4 *Siembra*

Colocar el abono en el fondo del surco y tapar con poco de tierra para evitar que la semilla se quemé por el contacto, después colocar la semilla con los brotes hacia arriba y tapar con una capa de tierra de entre 5 a 10 cm de espesor, la distancia entre semilla puede ser entre 25 a 40 cm (Villanueva, 2017 pág. 15).

2.5.8.5 *Rascadillo*

El rascadillo se puede realizar de forma manual, mecánica o yunta y es una técnica que consiste en remover el suelo alrededor de la planta con el objetivo de propiciar aireación a la planta, al mismo tiempo que controlamos las plantas arvenses y como adicional se tapa fertilizante químico, se realiza aproximadamente 45 días después de la siembra o cuando el cultivo tenga una altura de 8 a 10 cm (Araujo, et al., 2021 pág. 42).

2.5.8.6 *Primer aporque y segundo aporque*

El primer aporque consiste en acumular tierra en la base de la planta, para eliminar maleza, airear la planta y más importante cubrir los estolones, ya que, si los dejamos al aire libre de ellos surgirán ramas laterales lo que disminuirá la producción debido a que estos originalmente debían formar tubérculos (ICA, 2011).

El segundo aporque en principio es igual al medio aporque pues también se debe acumular tierra en la base de la planta pero difiera en la cantidad de tierra, ya que, debe acumularse más para lograr una total cobertura de los estolones, es importante que se lo realice de manera cruzada para evitar la formación de espacios de aire donde puedan proliferar las plagas, esta acción se realiza a los 90 días después de la siembra en variedades tardías o cuando inicie la floración (Arcos, et al., 2020).

2.5.8.7 Programación del riego

Para la programación del riego se debe tomar en cuenta los diferentes factores que afectan la humedad en el suelo como son las características de suelo, el clima, el tipo de cultivo y el sistema de riego por eso la programación se basa en la relación suelo-agua-planta (Cadena, 2016).

2.5.8.8 Cosecha

La cosecha es la recolección de los tubérculos de la planta madre, se realiza cuando el cultivo alcanza la madurez fisiológica que es cuando la planta se muestra de un color amarillento y los tallos están tumbados en el suelo o cuando la planta se ha secado (Vignola, et al., 2017).

Esta es la etapa que requiere mayor número de personas y por lo tanto mayor organización, se trata de remover la tierra y recolectar los tubérculos, generalmente se puede hacer de forma manual o mecánica, pero, en ambas puede ocurrir daño mecánico, por lo tanto, para evitar dicho daño se recomienda cosechar en días en los que no se presenta lluvia y la temperatura sea mayor a 10°C (Méndez, et al., 2019).

2.5.9 Plagas y enfermedades

2.5.9.1 Plagas del cultivo de la papa

Tabla 2-3 Plagas del cultivo de la papa

Nombre común	Nombre científico	Descripción
Gusano blanco	<i>Premnotrypes spp.</i>	Los adultos producen daños en la hoja en forma de medialuna, en estado larval forman profundas galerías en los tubérculos. Afectan en todos los estados fenológicos del cultivo y pueden migrar de campos aledaños que estén infestados.
Polilla de la papa	<i>Phthorimaea operculella</i> , <i>Symmetrichema tangolias</i> y <i>Tecia solanivora</i> .	Las larvas penetran por las axilas de las hojas y provocan su caída, además, perforan tallos en los tubérculos hacen galerías irregulares. en el caso de <i>Phthorimaea operculella</i> minan las hojas.

Trips	<i>Frankliniella spp.</i>	Provoca que la hoja se manche con un color plateado. En ataques severos marchita toda la planta. Afecta en la fase vegetativa del cultivo. Proviene de campos aledaños infestados.
Mosca saltona	<i>Epitrix spp.</i>	Ocasiona perforaciones en todo el follaje. Afecta en la fase vegetativa. Proviene de campos aledaños infestados.
Psilido de la papa Paratriosa	<i>Bactericera o cockerelli.</i>	Insecto chupador que se alimenta de la savia del cultivo que ataca, al momento de alimentarse inyecta una toxina que amarilla y encrespa las hojas. Este insecto es de gran interés por ser vector de la enfermedad conocida como punta morada.
Nematodos del quiste	<i>Globodera pallida</i>	En la planta se presenta como deformación de hojas y rigidez de la planta acompañado con enanismo y amarillamiento, aunque algunas plantas pueden no presentar síntomas, en el tubérculo se presenta una disminución del tamaño, deformidad, necrosis y rajaduras, una característica de esta plaga es la presencia de estructuras redondas de color amarillo o blanco en las raíces y raicillas. Se propaga por semilla infectada, maquinaria agrícola, sacos que hayan transportado tubérculos infectados. Afecta en todas las etapas fenológicas del cultivo.

Fuente: (Perez, et al., 2011) y (Cuesta, et al., 2021)

Realizado por: Quimbita J., 2024.

2.5.10 Enfermedades

Tabla 2-4 Enfermedades del cultivo de papa

Nombre común	Agente causal	Descripción
Lancha, tizón tardío, rancha	<i>Phytophthora infestans</i> .	Se presenta como manchas necróticas color marrón oscuro en hojas, las cuales se alargan en los tallos, las mismas se presentan en los tubérculos con la adición de estrías necróticas que se extienden desde la superficie al centro. Se ve favorecido por días templados con temperaturas entre 15 y 21°C, con una humedad relativa del 90%.
Alternaria, Alternariosis, tizón temprano	<i>Alternaria solani</i> , <i>Alternaria dauci f. sp. solani</i> , <i>Alternaria brassicae</i> , <i>Alternaria tenuis</i> y <i>Alternaria tenuissima</i> .	En hojas se presenta como manchas necróticas en forma de anillos concéntricos de color marrón oscuro o claro, estas manchas están restringidas por las nervaduras, en el tallo se presenta como manchas necróticas, en el tubérculo se presenta como manchas circulares de color marrón oscuro ligeramente hundidas. Se ve favorecido por alternancia entre días calurosos lluviosos y secos. Generalmente afecta al cultivo antes de la floración hasta la madurez.
Rizoctoniasis	<i>Rhizoctonia solani</i>	Se presenta como lesiones necróticas que estrangulan a los brotes, en el tubérculo se presenta como costras en la superficie. Las condiciones que los favorecen son campos con exceso de humedad y temperatura mayor a 18°C.
Verruga	<i>Synchytrium endobioticum</i>	Se presenta como tumores en tallos, estolones, tubérculos y rara vez en hojas y flores. Las condiciones que favorecen esta enfermedad son una alta humedad y temperaturas de 12 a 24 °C. Afecta en todas las etapas fenológicas del cultivo. Se propaga por semillas y suelo infectado.

Roña, pulverulenta	sarna <i>Spongospora subterranea</i>	Se presenta como agallas irregulares de color oscuro en raíces y hojas, en el tubérculo se presenta como una lesión en la superficie que al madurar sueltan un polvillo marrón oscuro. Se presenta con una humedad y una temperatura altas.
Pudrición seca	<i>Fusarium spp.</i>	Se presenta en los tubérculos como una momificación. Puede ingresar al tubérculo por heridas o almacenamiento inadecuado. Afecta en la etapa de cosecha y almacenamiento. Se propaga por suelo o semilla infestados.
Carbón	<i>Tecaphora solani</i>	Se presenta como una agalla en tubérculos y estolones. Se propaga por suelo infestados semillas infestadas y practica de monocultivo, además, de tener al chamico (<i>Datura stramonium</i>) como un hospedero alterno. Afecta en todas las etapas fenológicas del cultivo.
Marchites bacteriana	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Se presenta como una marchites en toda la planta, además, al cortar el tubérculo de forma trasversal y ejercer presión el tubérculo libera un exudado bacteriano de color blanquecino, este exudado también puede salir por los ojos del tubérculo o extremo del estolón. La plaga se ve favorecida por climas cálidos campos infestados, semilla contaminada y heridas.
Pudrición blanda	<i>Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum</i>	La pierna negra se presenta como una pudrición negra en la parte basal del tallo, en las hojas causa un amarillamiento. Se propaga por semilla contaminada, suelo infestado y agua de riego. Afecta desde la fase reproductiva hasta el almacenamiento.

Pierna negra	<i>P. atrosepticum</i>	La pudrición blanda, además, de detener el crecimiento, en los tubérculos se presenta como una pudrición blanda de color crema que se torna de color oscuro en la parte afectada.
Virosis	APLV, APMV, PVY, PVX, PLRV, PYVV, PVS	En la planta se presenta como mosaicos, amarillamientos, moteados, necrosis en nervaduras, enanismo, deformación en hojas, sin embargo, algunas plantas pueden no mostrar síntomas. En el tubérculo se presenta como necrosis, deformación, disminución de tamaño, rajaduras y necrosis. Se propaga por semilla infectada, áfidos, cigarras y hasta el contacto con plantas infectadas. Afecta en todas las etapas fenológicas del cultivo.
Punta morada	<i>Candidatus Phytoplasma aurantifolia</i>	La planta infectada presenta un desarrollo anormal, en algunos casos se presenta enanismo, en otros casos las ramas y tallos sobresalen, además, se engrosan, en las hojas superiores se presenta una coloración morada, amarilla o ambas y se enrollan, también se acorta la distancia entrenudos, se presentan tubérculos aéreos, los tallos crecen en zig zag y puede ocurrir muerte temprana de la planta.

Fuente: (Perez, et al., 2011) y (Cuesta, et al., 2021)

Realizado por: Quimbita J., 2024.

2.5.11 Índice de área foliar

El índice de área foliar es el área que ocupa una cubierta vegetal cuyas ramas están entrecruzadas por unidad de área de superficie, por ello es adimensional (m^2/m^2), es utilizado para medir crecimiento vegetal, actividad fisiológica y como indicador del estado de salud, para calcularlo que se necesita del índice normalizado de vegetación (NDVI) que tiene como referencia el comportamiento espectral teórico de las cubiertas vegetales (MORA, et al., 2014).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLOGICO

3.1 Caracterización del lugar

3.1.1 Localización

Este trabajo se realizó en el centro experimental Tunshi ubicado en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo.

3.1.2 Ubicación geográfica

- Altitud: 2726,67 m.s.n.m.
- Latitud: 1°45'03''S
- Longitud: 78°37'39''W (Google Earth, 2023).

3.1.3 Características climáticas

- Temperatura promedio: 13 °C
- Humedad relativa: 68,9 %
- Precipitación: 561mm

3.2 Materiales y equipos

Tabla 3-1: Materiales y equipos usados en el ensayo

Materiales y equipos	Equipos de campo	Insumos	Materiales para riego	Análisis	Materiales de oficina
Pala	Medidor de pH	Semilla	Tubos PVC	Agua (ANEXO A)	Calculadora
Metro	Gramera	Fertilizantes	FlexNET®	Suelo (ANEXO B)	Impresora
Azadas	Tractor	Fungicidas	Cintas de riego		Lápices
Jarra de litro graduada	Bomba de mochila	Insecticidas	Teflón		Celular inteligente
Recipientes graduados	Manguera	Gasolina	Pegamento para tubería		Computadora
Sacos	Lanza	Aceite	Venturi		
Carteles de madera	Equipos de campo		Llaves de paso		
Sierra			Manómetros		
Piola			Estacas		
Balanza			Piola		
Overol			Troncos		
Botas			Tanques		
Equipo de protección			Manguera		
Bolsa plástica			Pintura blanca		
			Thinner		
			Clavos		

Realizado por: Quimbita J., 2024.

3.3 Metodología

En este experimento se estableció el cultivo de papa al que se le añadió diferentes dosis de gallinaza las cuales estuvieron bajo un sistema de riego por goteo que suministró diferentes dosis de fertilizante a cada tratamiento.

3.3.1 *Tratamientos en estudio*

En el experimento se evaluaron tres dosis de fertirriego y un testigo (agua), en combinación con, dos dosis incrementales de gallinaza y un testigo. Además, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo de parcelas divididas, que tuvo 12 tratamientos que se repitieron 4 veces.

3.3.1.1 *Parcela grande: dosis de fertirriego*

- A1: agua (testigo)
- A2: dosis recomendada más el 50%
- A3: dosis recomendada
- A4: dosis recomendada menos el 50%

3.3.1.2 *Parcela pequeña: dosis de gallinaza*

- B1: 0 t/ha (testigo)
- B2: 2 t/ha
- B3: 3 t/ha

Tabla 3-2 Especificación y código de los tratamientos en estudio

Tratamiento	Código	Especificación
T1	A1B1	Testigo + testigo de gallinaza
T2	A1B2	Testigo + 2 t/ha de gallinaza
T3	A1B3	Testigo + 3 t/ha de gallinaza
T4	A2B1	Dosis recomendada más el 50% + testigo de gallinaza
T5	A2B2	Dosis recomendada más el 50% + t/ha de gallinaza
T6	A2B3	Dosis recomendada más el 50% + t/ha de gallinaza
T7	A3B1	Dosis recomendada + testigo de gallinaza
T8	A3B2	Dosis recomendada + 2 t/ha de gallinaza
T9	A3B3	Dosis recomendada + 3 t/ha de gallinaza
T10	A4B1	Dosis recomendada menos el 50% + testigo de gallinaza
T11	A4B2	Dosis recomendada menos el 50% + 2 t/ha de gallinaza
T12	A4B3	Dosis recomendada menos el 50% + 3 t/ha de gallinaza

Realizado por: Quimbita J., 2024.

3.3.2 *Características del ensayo*

- Número de tratamientos: 12
- Número de repeticiones: 4
- Número de unidades experimentales: 48
- Con el fin de evitar el efecto borde se va a tomar datos los datos de 10m centrales de cada tratamiento

3.3.2.1 *Área de investigación de cada tratamiento*

- Forma: rectangular
- Largo: 16,6 m
- Ancho: 1 m
- Área de tratamiento: 16,6 m²
- Número de plantas por tratamiento: 41

3.3.2.2 Densidad de siembra

Entre plantas: 0,40 m

Entre hileras: 1 m

3.3.3 Esquema de disposición del ensayo

Los tratamientos fueron distribuidos de forma aleatoria, la misma que esta presenta en el (ANEXO C)

3.3.3.1 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó según el siguiente esquema:

Tabla 3-3: Esquema para el análisis estadístico DBCA en arreglo de parcela dividida.

Fuente de variación	Formula	Grados de libertad
Total	$a*b*c-1$	47
Repeticiones	$r-1$	3
Parcela grande (dosis de fertirriego)	$a-1$	3
Error A	$(a-1)(r-1)$	9
Parcela pequeña (dosis de gallinaza)	$b-1$	2
A*B	$(a-1)(b-1)$	6
Error	Diferencia	24

Realizado por: Quimbita J., 2024.

3.3.3.2 Análisis funcional

Los resultados fueron sometidos a:

- Análisis de varianza.
- Prueba de Tukey al 5%.
- Los análisis funcionales se desarrollarán en el programa InFoStat

3.3.3.3 Análisis económico

Se realizó un análisis de beneficio costo de cada tratamiento para determinar su rentabilidad.

3.3.4 Métodos de evaluación y datos registrados

Para el cumplimiento del primer objetivo: Determinar la mejor dosis de fertirriego y gallinaza en base al comportamiento agronómico de la papa, se usó la siguiente metodología:

3.3.4.1 Porcentaje de emergencia (%)

Para obtener el porcentaje de emergencia se contabilizó cuantas plantas emergieron, al haber pasado cuatro semanas después de la siembra, el muestreo se realizó a un metro hacia dentro de cada borde para evitar datos irregulares por el efecto borde.

3.3.4.2 Número de tallos por planta.

Para obtener el número de tallos se contó el número de tallos de cada planta, al haber pasado ocho semanas después de la siembra, el muestreo se realizó a un metro hacia dentro de cada borde para evitar datos irregulares por el efecto borde, los resultados serán expresados en tallos por planta.

3.3.4.3 Rendimiento

Para determinar la producción de cada tratamiento se contabilizó el número de tubérculos por planta que se obtuvieron de la parte central de los tratamientos y se pesaron a los tubérculos, para ello solo se tomó en cuenta las plantas que estaban dentro de 10 metros del tratamiento para evitar el efecto borde.

Por último, se pesó todo y se obtuvo el rendimiento en t/ha.

3.3.4.4 Categorización de tubérculos

Los tubérculos se categorizaron en primera, segunda, tercera y cuarta según su tamaño y se contaron cuantos tubérculos pertenecen a cada categoría.

3.3.4.5 Realizar el análisis económico de los tratamientos

Para el cumplimiento del segundo objetivo: Realizar el análisis económico de los tratamientos, se realizó la relación beneficio/costo para cada tratamiento.

3.3.4.6 Índice de área foliar LAI

Se realizó una toma de imágenes del ensayo con un dron DJI Matrice 200 que tenía una cámara multiespectral (Sentra AGX710 Gimbaled Sensor), una vez obtenidas las fotos se usó el software PIX4D para procesar las imágenes y obtener las bandas NIR y RED, con las cuales se calculó el NDVI y posteriormente se calculó el LAI con el software ArcGIS pro.

3.3.5 Manejo del ensayo

3.3.5.1 Muestreo

El muestreo se realizó en todo el terreno, para ello se siguió una ruta en zigzag, la tierra se extrajo a 30 cm de profundidad para formar una muestra grande la cual se homogenizó y de ella se sacó una submuestra de 1kg que se envió a AGRARPROJECK para su análisis (**ANEXO D**).

3.3.5.2 Análisis de agua

Se usó como referencia un análisis de agua ya disponible

3.3.5.3 Preparación del suelo

Se usó maquinaria agrícola para dejar el suelo suelto y disgregado para posteriormente surcarlo y sembrarlo.

3.3.5.4 Surcado

Los surcos se realizaron con la ayuda de un tractor, primero se realizó un pase de arada y luego con un apero se procedió a realizar los surcos, con un ancho de un 1 m y un largo de 50 m.

3.3.5.5 *Abonado*

Se incorporo gallinaza en relación con cada tratamiento, las dosis utilizadas fueron B1 (testigo), B2 (2 t/ha) y B3 (3 t/ha).

3.3.5.6 *Trazado de la parcela*

La parcela se trazó según las especificaciones en el punto **(3.3.2 Características del ensayo)**.

3.3.5.7 *Identificación de tratamientos*

Se elaboró carteles con estacas madera de 1,5 m y cuadrados de tabla trípex de 0,20 m x 0,20 m, los cuadrados se pintaron de blanco y sobre ello se escribió el código de cada tratamiento.

3.3.5.8 *Siembra*

Para la siembra se utilizó cuatro quintales de semilla que fue desinfectada con distintos productos químicos con la finalidad de prevenir problemas fitosanitarios, las distancias se detallan en el punto **(3.3.2 Características del ensayo)**.

3.3.5.9 *Instalación del sistema de riego por goteo y Venturi*

El sistema de riego por goteo se diseñó con una tubería FlexNET® donde se acoplaron codos que se conectaban a mangueras y estas se conectaban a válvulas que se conectaban a las cintas de riego (cada cinta de riego tenía su propia válvula), después se instaló el Venturi (3/4”) a la tubería principal. Seguido a esto se instalaron los manómetros, el primero en la tubería principal el segundo ante del Venturi y el tercero después del Venturi, el diseño se puede ver en el **(ANEXO C)**.

3.3.5.10 *Riego*

Se calculó el requerimiento hídrico del cultivo, para ello se usó los promedios de los datos meteorológicos de cada mes recopilado por 10 años, obtenidos de la estación agrometeorológica ubicada en la ESPOCH, como resultado se cubrió una lámina de riego de 4 mm cada 3 días.

3.3.5.11 Fertilización del ensayo

La fertilización se calculó con la hoja de Excel de INTAGRI y se inició una semana después de la siembra. En cada fertilización se bajó pH del agua con ácido fosfórico (ANEXO E).

3.3.5.12 Control fitosanitario

Para el control fitosanitario se aplicó productos preventivos. (ANEXO F)

3.3.5.13 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual, con azadas, se cosecho de la parte central de la hilera de tratamiento para evitar efecto borde, cada tratamiento se puso en un saco codificado con el nombre del tratamiento e hilera correspondiente para su posterior pesaje y clasificación.

3.3.5.14 Categorización

Los tubérculos obtenidos se clasificaron de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 3-4: Categorías de los tubérculos y su peso

Categoría	Peso (gramos)
Primera	>121
Segunda	71 – 120
Tercera	51 – 70
Cuarta	31 – 50

Fuente: (Pumishaco, et al., 2002 pág. 82)

Realizado por: Quimbita J., 2024.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

4.1.1 Rendimiento

En la tabla 4-1, se observó que la interacción entre dosis de fertirriego y gallinaza presentó alta significancia (p-valor = <0,001), por ende, la combinación tuvo un impacto significativo en el rendimiento del cultivo.

Tabla 4-1: Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea (t/ha)

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,3772	ns
Dosis de fertirriego	3	<0,001	**
Error A	9	0,2615	ns
Dosis de gallinaza	2	<0,001	**
Dosis de fertirriego * dosis de gallinaza	6	<0,001	**
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbita J., 2024.

En la Ilustración 4-1, se observó que las combinaciones de fertirriego (parcela grande) y gallinaza (parcela pequeña) dan como resultado diferentes grupos, donde el grupo A el que alcanza un mayor rendimiento con 11,1 t/ha, en esta combinación se utilizó un 50% más de la dosis recomendada y 3 t/ha de gallinaza, mientras que, los grupos I, J, K donde se utilizó los testigos para la combinación son los que muestran valores más bajos con rendimientos menores a 1,1 t/ha.

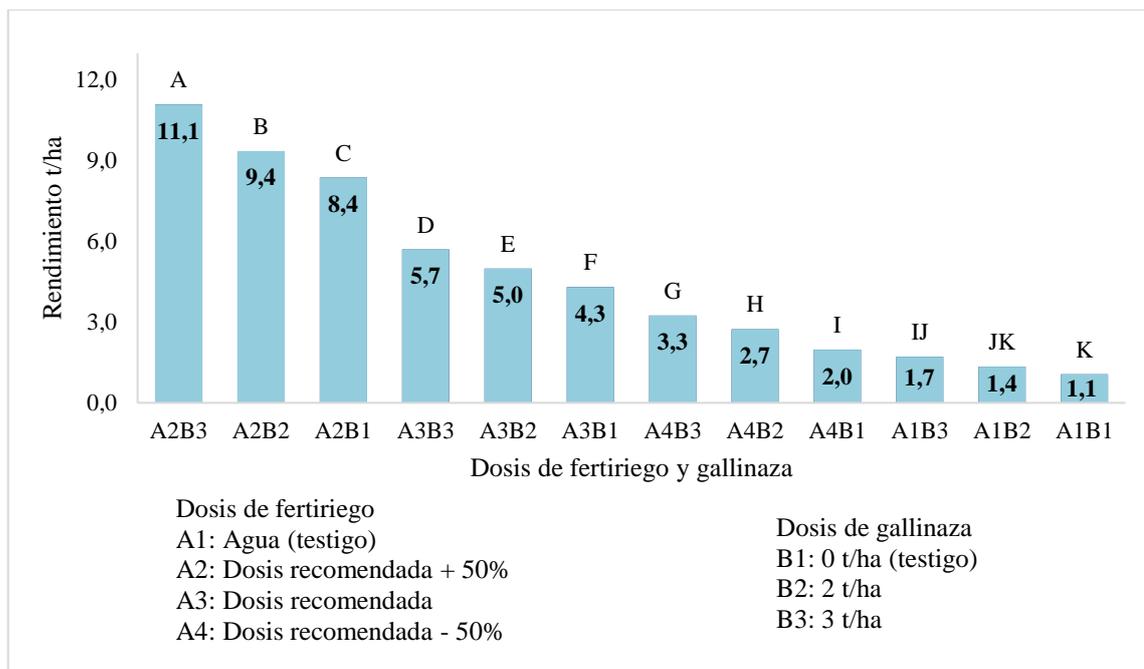


Ilustración 4-1: Rendimiento de los tratamientos t/ha.

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.1.2 Número de tubérculos

En la tabla 4-2, se observó que la interacción entre dosis de fertilizante y gallinaza presentó alta significancia (p-valor = <0,0002), por ende, la combinación tuvo un impacto significativo en el número de tubérculos del cultivo.

Tabla 4-2 Análisis de varianza para el número de tubérculos de papa por planta.

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,4998	ns
Dosis de fertilizante	3	<0,001	**
Error A	9	0,0829	ns
Dosis de gallinaza	2	<0,001	**
Dosis de fertilizante * dosis de gallinaza	6	0,0002	**
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbita J., 2024.

En la Ilustración 4-2:, se observó que las combinaciones de fertilizante (parcela grande) y gallinaza (parcela pequeña) dan como resultado diferentes grupos, donde el grupo A el que alcanza valores

mayores que 5 tubérculos/planta, en esta combinación se utilizó un 50% más de la dosis recomendada y 3 t/ha de gallinaza, mientras que, el grupo F donde se utilizó los testigos para la combinación, son los que muestran valores más bajos con 1 y 2 tubérculos/planta.

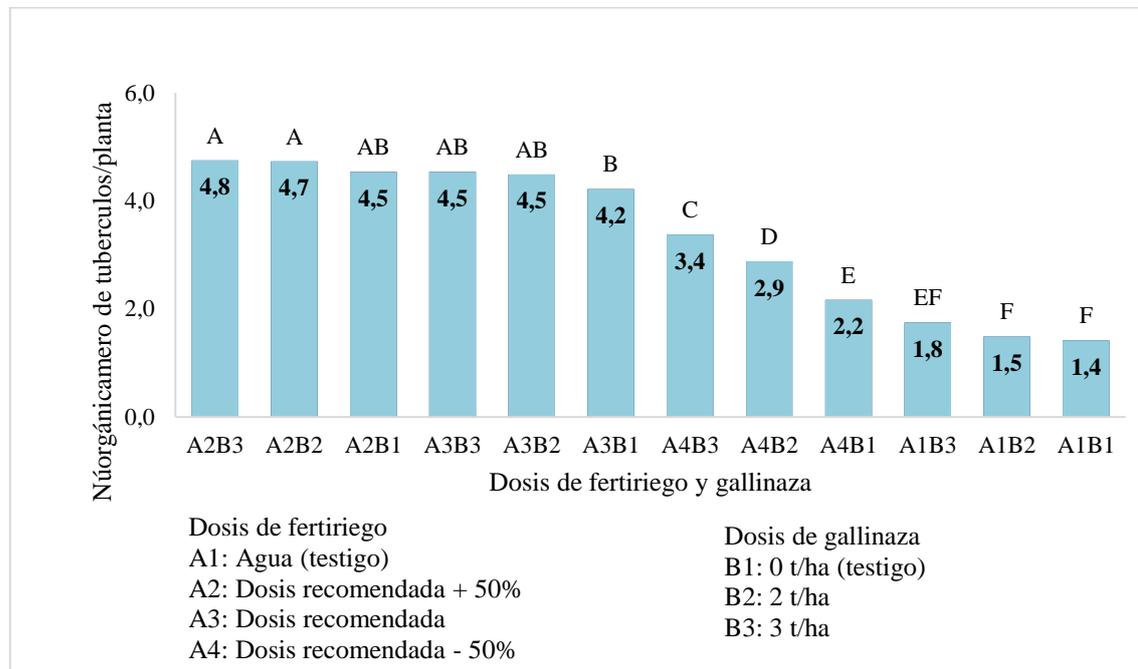


Ilustración 4-2: número de tubérculos por planta

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.1.3 *Peso promedio de tubérculos*

En la tabla 4-3, se observó que la interacción entre dosis de fertirriego y gallinaza presentó alta significancia (p -valor = $<0,001$), por ende, la combinación tuvo un impacto significativo en el número de tubérculos del cultivo.

Tabla 4-3: Análisis de varianza para el peso promedio de tubérculos por planta

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,9237	ns
Dosis de fertirriego	3	<0,001	**
Error A	9	0,2190	ns
Dosis de gallinaza	2	<0,001	**
Dosis de fertirriego * dosis de gallinaza	6	<0,001	**
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbita J., 2024.

En la Ilustración 4-3:, se observó que las combinaciones de fertirriego (parcela grande) y gallinaza (parcela pequeña) dan como resultado diferentes grupos, donde el grupo A el que alcanza el mayor peso promedio con 108 gramos/planta, en esta combinación se utilizó un 50% más de la dosis recomendada y 3 t/ha de gallinaza, mientras que, el grupo E donde se usó el resto de las dosis y testigo para los tratamientos fue el que presentó un peso promedio menor 39 gramos/planta.

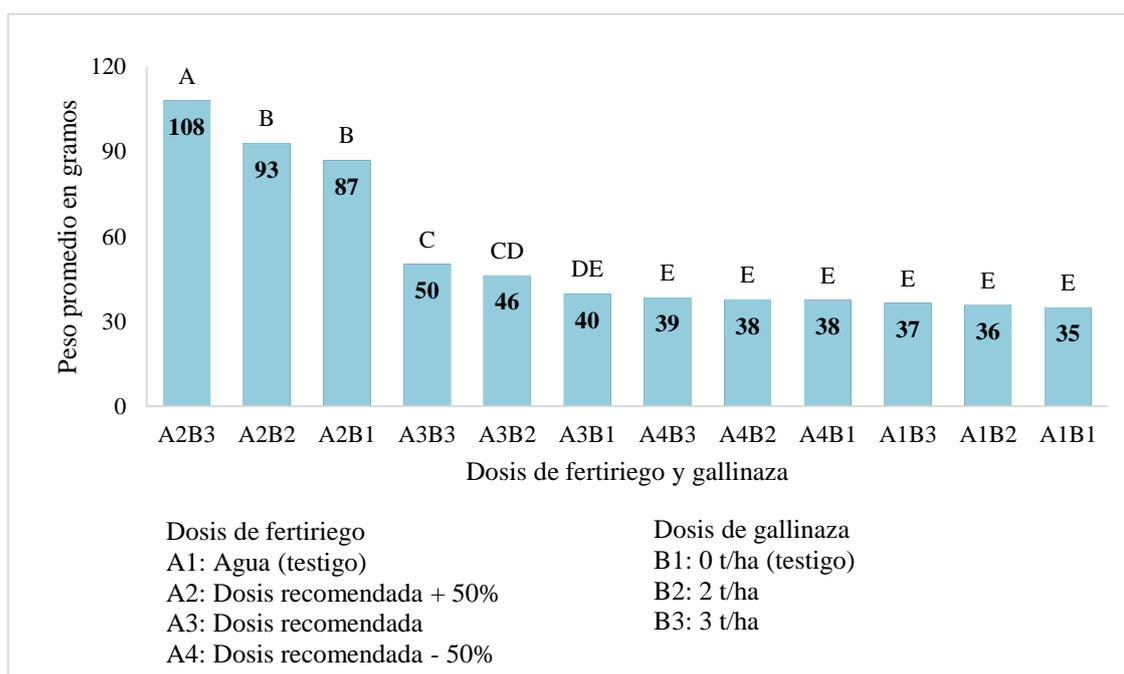


Ilustración 4-3: peso promedio de los tubérculos

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.1.4 Número de tubérculos en cada categoría

4.1.4.1 Primera categoría

En la tabla 4-4, se observó que la interacción entre dosis de fertirriego y gallinaza presentó alta significancia (p-valor = <0,001), por ende, la combinación tuvo un impacto significativo en el número de tubérculos del cultivo.

Tabla 4-4: Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta de primera categoría

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,5717	ns
Dosis de fertirriego	3	<0,001	**
Error A	9	0,7177	ns
Dosis de gallinaza	2	<0,001	**
Dosis de fertirriego * dosis de gallinaza	6	<0,001	**
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbíta J., 2024.

En la tabla 4-5, se observó que las combinaciones de fertirriego (parcela grande) y gallinaza (parcela pequeña) dan como resultado diferentes grupos, donde el grupo A el que alcanza el mayor número de tubérculos de primera categoría con 1,11 tubérculos/planta, en esta combinación se utilizó un 50% más de la dosis recomendada y 3 t/ha de gallinaza, mientras que, en el grupo C están todas las combinaciones de tratamientos donde no se encontró tubérculos de esta categoría.

Tabla 4-5: Prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos por planta de primera categoría

Dosis de fertirriego	Dosis de gallinaza	Medias	Grados
Dosis recomendada+50%	3 t/ha	1,11	A
Dosis recomendada+50%	2 t/ha	0,46	B
Dosis recomendada+50%	Testigo	0,30	B
Dosis recomendada-50%	3 t/ha	0,00	C
Testigo	Testigo	0,00	C
Testigo	3 t/ha	0,00	C
Testigo	2 t/ha	0,00	C
Dosis recomendada	3 t/ha	0,00	C
Dosis recomendada	Testigo	0,00	C
Dosis recomendada	2 t/ha	0,00	C
Dosis recomendada-50%	2 t/ha	0,00	C
Dosis recomendada-50%	Testigo	0,00	C

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.1.4.2 Segunda categoría

En la tabla 4-6, se observó que la interacción entre dosis de fertirriego y gallinaza presentó alta significancia (p -valor = $<0,001$), por ende, la combinación tuvo un impacto significativo en el número de tubérculos del cultivo.

Tabla 4-6: Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta de segunda categoría

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,6630	ns
Dosis de fertirriego	3	$<0,001$	**
Error A	9	0,9895	ns
Dosis de gallinaza	2	$<0,001$	**
Dosis de fertirriego * dosis de gallinaza	6	$<0,001$	**
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbita J., 2024.

En la tabla 4-7, se observó que las combinaciones de fertirriego (parcela grande) y gallinaza (parcela pequeña) dan como resultado diferentes grupos, donde el grupo A el que alcanza el mayor número de tubérculos de segunda categoría con 3,16 tubérculos/planta, en esta combinación se utilizó un 50% más de la dosis recomendada y 2 t/ha de gallinaza, mientras que, en el grupo E están todas las combinaciones de tratamientos donde no se encontró tubérculos de esta categoría.

Tabla 4-7: Prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos por planta de segunda categoría

Dosis de fertirriego	Dosis de gallinaza	Medias	Grados
Dosis recomendada+50%	2 t/ha	3,16	A
Dosis recomendada+50%	Testigo	2,90	B
Dosis recomendada+50%	3 t/ha	2,89	B
Dosis recomendada	3 t/ha	0,84	C
Dosis recomendada	2 t/ha	0,41	D
Dosis recomendada-50%	Testigo	0,00	E
Dosis recomendada-50%	2 t/ha	0,00	E
Dosis recomendada-50%	3 t/ha	0,00	E
Testigo	3 t/ha	0,00	E
Testigo	Testigo	0,00	E
Dosis recomendada	Testigo	0,00	E
Testigo	2 t/ha	0,00	E

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.1.4.3 Tercera categoría

En la tabla 4-8, se observó que la interacción entre dosis de fertirriego y gallinaza presentó alta significancia (p -valor = $<0,001$), por ende, la combinación tuvo un impacto significativo en el número de tubérculos del cultivo.

Tabla 4-8: Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta de tercera categoría

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,1623	ns
Dosis de fertirriego	3	<0,001	**
Error A	9	0,7595	ns
Dosis de gallinaza	2	0,0271	*
Dosis de fertirriego * dosis de gallinaza	6	<0,001	**
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbita J., 2024.

En la tabla 4-9, se observó que las combinaciones de fertirriego (parcela grande) y gallinaza (parcela pequeña) dan como resultado diferentes grupos, donde el grupo A el que alcanza el mayor número de tubérculos de tercera categoría con 1,62 tubérculos/planta, en esta combinación se utilizó la dosis recomendada y 3 t/ha de gallinaza, mientras que, en el grupo E están todas las combinaciones de tratamientos donde se obtuvo el menor número de tubérculos a 0,45 tubérculos/planta, para esta categoría.

Tabla 4-9: Prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos por planta de tercera categoría

Dosis de fertirriego	Dosis de gallinaza	Medias	Grados
Dosis recomendada	3 t/ha	1,62	A
Dosis recomendada	2 t/ha	1,13	B
Dosis recomendada	Testigo	0,63	C
Dosis recomendada+50%	Testigo	0,45	C D
Dosis recomendada+50%	2 t/ha	0,30	D E
Dosis recomendada-50%	2 t/ha	0,07	E
Dosis recomendada-50%	Testigo	0,05	E
Testigo	2 t/ha	0,00	E
Testigo	3 t/ha	0,00	E
Dosis recomendada+50%	3 t/ha	0,00	E
Testigo	Testigo	0,00	E
Dosis recomendada-50%	3 t/ha	0,00	E

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.1.4.4 Cuarta categoría

En la tabla 4-10, se observó que la interacción entre dosis de fertirriego y gallinaza presentó alta significancia (p-valor = <0,001), por ende, la combinación tuvo un impacto significativo en el número de tubérculos del cultivo.

Tabla 4-10: Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta de cuarta categoría

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,7987	ns
Dosis de fertirriego	3	<0,001	**
Error A	9	0,4419	ns
Dosis de gallinaza	2	0,3135	ns
Dosis de fertirriego * dosis de gallinaza	6	<0,001	**
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbita J., 2024.

En la tabla 4-11, se observó que las combinaciones de fertirriego (parcela grande) y gallinaza (parcela pequeña) dan como resultado diferentes grupos, donde el grupo A el que alcanza el mayor número de tubérculos de cuarta categoría con 3,37 tubérculos/planta, en esta combinación se utilizó un 50% menos de la dosis recomendada y 3 t/ha de gallinaza, mientras que, en el grupo G están todas las combinaciones de tratamientos donde se encontró el número más bajo, menor a 0,35 tubérculos/planta y menos, para esta categoría .

Tabla 4-11: Prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos por planta de cuarta categoría

Dosis de fertirriego	Dosis de gallinaza	Medias	Grados		
Dosis recomendada-50%	3 t/ha	3,37	A		
Dosis recomendada	Testigo	3,36	A		
Dosis recomendada-50%	2 t/ha	2,81	B		
Dosis recomendada	2 t/ha	2,46	B	C	
Dosis recomendada-50%	Testigo	2,12	C	D	
Testigo	3 t/ha	1,75	D	E	
Dosis recomendada	3 t/ha	1,54		E	F
Testigo	2 t/ha	1,49		E	F
Testigo	Testigo	1,21			F
Dosis recomendada+50%	Testigo	0,35			G
Dosis recomendada+50%	2 t/ha	0,08			G
Dosis recomendada+50%	3 t/ha	0,00			G

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.1.5 Rendimiento gramos en cada categoría

4.1.5.1 Primera categoría

En la tabla 4-12, se observó que la interacción entre dosis de fertirriego y gallinaza presentó alta significancia (p -valor = $<0,001$), por ende, la combinación tuvo un impacto significativo en el rendimiento del cultivo.

Tabla 4-12: Análisis de varianza para el rendimiento gramos/planta de primera categoría

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,6737	ns
Dosis de fertirriego	3	$<0,001$	**
Error A	9	0,8469	ns
Dosis de gallinaza	2	$<0,001$	**
Dosis de fertirriego * dosis de gallinaza	6	$<0,001$	**
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbita J., 2024.

En la tabla 4-13, se observó que las combinaciones de fertirriego (parcela grande) y gallinaza (parcela pequeña) dan como resultado diferentes grupos, donde el grupo A el que alcanza el mayor número de tubérculos de cuarta categoría con 149,82 gramos/planta, en esta combinación se utilizó un 50% más de la dosis recomendada y 3 t/ha de gallinaza, mientras que, en el grupo C están todas las combinaciones de tratamientos donde no se encontró tubérculos para esta categoría.

Tabla 4-13: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento gramos/planta de primera categoría

Dosis de fertirriego	Dosis de gallinaza	Medias	Grados
Dosis recomendada+50%	3 t/ha	149,82	A
Dosis recomendada+50%	2 t/ha	59,02	B
Dosis recomendada+50%	Testigo	39,38	B
Dosis recomendada-50%	3 t/ha	0,00	C
Testigo	Testigo	0,00	C
Testigo	3 t/ha	0,00	C
Testigo	2 t/ha	0,00	C
Dosis recomendada	3 t/ha	0,00	C
Dosis recomendada	Testigo	0,00	C
Dosis recomendada	2 t/ha	0,00	C
Dosis recomendada-50%	2 t/ha	0,00	C
Dosis recomendada-50%	Testigo	0,00	C

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.1.5.2 Segunda categoría

En la tabla 4-14, se observó que la interacción entre dosis de fertirriego y gallinaza presentó alta significancia (p -valor = $<0,001$), por ende, la combinación tuvo un impacto significativo en el rendimiento del cultivo.

Tabla 4-14: Análisis de varianza para el rendimiento gramos/planta de segunda categoría

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,6403	ns
Dosis de fertirriego	3	<0,001	**
Error A	9	0,9819	ns
Dosis de gallinaza	2	<0,001	**
Dosis de fertirriego * dosis de gallinaza	6	<0,001	**
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbíta J., 2024.

En la tabla 4-15, se observó que las combinaciones de fertirriego (parcela grande) y gallinaza (parcela pequeña) dan como resultado diferentes grupos, donde el grupo A el que alcanza el mayor número de tubérculos de cuarta categoría con 293 gramos/planta, en esta combinación se utilizó un 50% más de la dosis recomendada y 3 t/ha de gallinaza, mientras que, en el grupo E están todas las combinaciones de tratamientos donde no se encontró tubérculos para esta categoría.

Tabla 4-15: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento gramos/planta de segunda categoría

Dosis de fertirriego	Dosis de gallinaza	Medias	Grados
Dosis recomendada+50%	3 t/ha	293,59	A
Dosis recomendada+50%	2 t/ha	291,83	A
Dosis recomendada+50%	testigo	251,78	B
Dosis recomendada	3 t/ha	62,48	C
Dosis recomendada	2 t/ha	28,64	D
Dosis recomendada-50%	testigo	0,00	E
Dosis recomendada-50%	3 t/ha	0,00	E
Dosis recomendada-50%	2 t/ha	0,00	E
Dosis recomendada	testigo	0,00	E
Testigo	2 t/ha	0,00	E
Testigo	3 t/ha	0,00	E
Testigo	testigo	0,00	E

Realizado por: Quimbíta J., 2024.

4.1.5.3 Tercera categoría

En la tabla 4-16, se observó que la interacción entre dosis de fertirriego y gallinaza presentó alta significancia (p-valor = <0,001), por ende, la combinación tuvo un impacto significativo en el rendimiento del cultivo.

Tabla 4-16: Análisis de varianza para el rendimiento gramos/planta de tercera categoría

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,1110	ns
Dosis de fertirriego	3	<0,001	**
Error A	9	0,5477	ns
Dosis de gallinaza	2	<0,001	**
Dosis de fertirriego * dosis de gallinaza	6	<0,001	**
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbita J., 2024.

En la tabla 4-17, se observó que las combinaciones de fertirriego (parcela grande) y gallinaza (parcela pequeña) dan como resultado diferentes grupos, donde el grupo A el que alcanza el mayor número de tubérculos de cuarta categoría con 93,41 gramos/planta, en esta combinación se utilizó un 50% más de la dosis recomendada y 3 t/ha de gallinaza, mientras que, en el grupo E están todas las combinaciones de tratamientos donde se encontró un rendimiento menor o igual a 3,72 gramos/planta.

Tabla 4-17: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento gramos/planta de tercera categoría

Dosis de fertiriego	Dosis de gallinaza	Medias	Grados	
Dosis recomendada	3 t/ha	93,41	A	
Dosis recomendada	2 t/ha	64,01	B	
Dosis recomendada	testigo	36,8	C	
Dosis recomendada+50%	testigo	28,75	C	
Dosis recomendada+50%	2 t/ha	18,87	C	D
Dosis recomendada-50%	2 t/ha	3,72	D	E
Dosis recomendada-50%	testigo	2,72	D	E
Dosis recomendada-50%	3 t/ha	0,00		E
Testigo	testigo	0,00		E
Testigo	2 t/ha	0,00		E
Testigo	3 t/ha	0,00		E
Dosis recomendada+50%	3 t/ha	0,00		E

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.1.5.4 Cuarta categoría

En la tabla 4-18, se observó que la interacción entre dosis de fertiriego y gallinaza presentó alta significancia (p -valor = $<0,001$), por ende, la combinación tuvo un impacto significativo en el rendimiento del cultivo.

Tabla 4-18: Análisis de varianza para el rendimiento gramos/planta de cuarta categoría

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,7107	ns
Dosis de fertiriego	3	$<0,001$	**
Error A	9	0,5546	ns
Dosis de gallinaza	2	0,9803	**
Dosis de fertiriego * dosis de gallinaza	6	$<0,001$	**
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbita J., 2024.

En la tabla 4-19, se observó que las combinaciones de fertirriego (parcela grande) y gallinaza (parcela pequeña) dan como resultado diferentes grupos, donde el grupo A el que alcanza el mayor número de tubérculos de cuarta categoría con 135,84 gramos/planta, en esta combinación se utilizó un 50% más de la dosis recomendada y 3 t/ha de gallinaza, mientras que, en el grupo F están todas las combinaciones de tratamientos donde se encontró un rendimiento menor o igual a 14,88 gramos/planta.

Tabla 4-19: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento gramos/planta de cuarta categoría

Dosis de fertirriego	Dosis de gallinaza	Medias	Grados
Dosis recomendada	testigo	135,84	A
Dosis recomendada-50%	3 t/ha	129,44	A
Dosis recomendada-50%	2 t/ha	105,86	B
Dosis recomendada	2 t/ha	104,42	B
Dosis recomendada-50%	testigo	76,27	C
Dosis recomendada	3 t/ha	69,49	C D
Testigo	3 t/ha	68,49	C D
Testigo	2 t/ha	53,77	D E
Testigo	testigo	42,19	E
Dosis recomendada+50%	testigo	14,88	F
Dosis recomendada+50%	2 t/ha	3,4	F
Dosis recomendada+50%	3 t/ha	0,00	F

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.1.6 Número de tallos por planta

En la tabla 4-20, se observó que la interacción entre dosis de fertirriego y gallinaza no presentó diferencias significativas, por ende, la combinación no tuvo un impacto significativo en el número de tallos por planta, se obtuvo un promedio de 7 tallo por planta.

Tabla 4-20: Análisis de varianza para el número de tallos por planta

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,2085	ns
Dosis de fertirriego	3	0,0754	ns
Error A	9	0,6605	ns
Dosis de gallinaza	2	0,8170	ns
Dosis de fertirriego * dosis de gallinaza	6	0,6335	ns
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.1.7 Porcentaje de emergencia

En la tabla 4-21, se observó que la interacción entre dosis de fertirriego y gallinaza no presentó diferencias significativas, por ende, la combinación no tuvo un impacto significativo en el porcentaje de emergencia, el porcentaje de emergencia promedio fue 70%.

Tabla 4-21: Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia.

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,1028	ns
Dosis de fertirriego	3	0,3198	ns
Error A	9	0,1881	ns
Dosis de gallinaza	2	0,3213	ns
Dosis de fertirriego * dosis de gallinaza	6	0,3208	ns
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.1.8 Índice de área foliar (LAI)

En la tabla 4-22, se observó que la interacción entre dosis de fertirriego y gallinaza no presentó diferencias significativas, por ende, la combinación no tuvo un impacto significativo en el índice de área foliar, el promedio de índice de área foliar fue 0,75.

Tabla 4-22: Análisis de varianza para el índice de área foliar (LAI)

Fuentes de variación	gl	p-valor	Significancia
Repetición	3	0,9319	ns
Dosis de fertirriego	3	0,7409	ns
Error A	9	0,403	ns
Dosis de gallinaza	2	0,6926	ns
Dosis de fertirriego * dosis de gallinaza	6	0,5408	ns
Error	24		
Total	47		

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.1.9 Análisis económico

En la ilustración 4-4, se presenta la relación beneficio costo de cada tratamiento, el mejor el tratamiento fue A2B3, donde se utilizó la dosis recomendada + el 50% para la fertilización en combinación con la dosis 3 T/ha de gallinaza, alcanza un beneficio costo de 1,16 el cual significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 16 centavos.

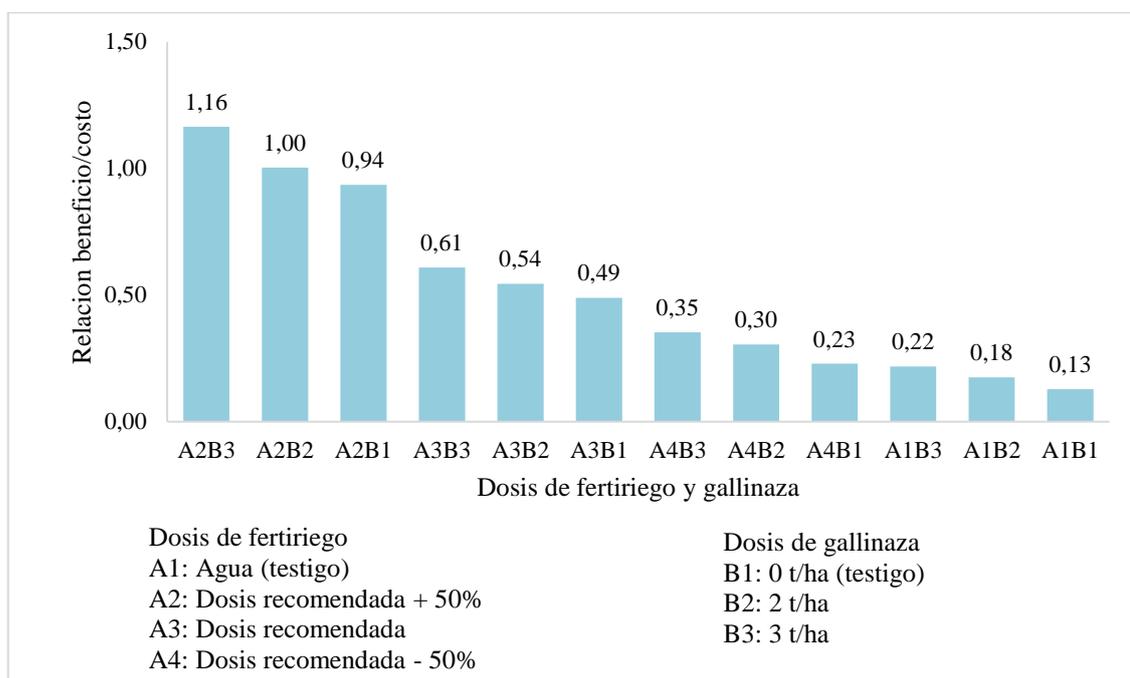


Ilustración 4-4: Relación beneficio/costo de los tratamientos

Realizado por: Quimbita J., 2024.

4.2 Discusión

4.2.1 Rendimiento en relación con las características agronómicas

Según (ESPAC, 2022) indica que en la provincia de Chimborazo para el año 2022 el rendimiento del cultivo de papa fue 9 t/ha, y, el rendimiento más alto que se obtuvo en este ensayo fue de 11 t/ha (A2B3), este alto rendimiento en comparación a la media provincial puede deberse a la combinación de fertirriego y gallinaza puesto que según (Nadghi, et al., 2022) señalan que el al combinar fertilizante químico y orgánico incrementa en el rendimiento de la papa, lo que coincide con (Arias, et al., 2010), quienes indican que los rendimientos incrementan cuando se utiliza N-P-K en combinación con abono orgánico, pero en ambos estudios se recalca que la fertilización química influye mayormente en el rendimiento del cultivo. El rendimiento obtenido en este ensayo puede deberse a la combinación entre fertirriego y gallinaza donde el fertirriego ejerce una mayor influencia sobre el cultivo.

El rendimiento más alto fue 11 t/ha y el más bajo fue de 1 t/ha (A1B1) si comparamos este rendimiento con la media de la provincia de Carchi que según (ESPAC, 2022) tiene un rendimiento de 24 t/ha se puede observar una notable pérdida de rendimiento, en este ensayo se tienen pérdidas desde el 46% que está dentro del rango mencionado por (Racines, et al., 2021) indican que a causa de la punta morada el rendimiento disminuye desde un 25,2%, además, (Cuesta, et al., 2021) indican que las plantas afectadas con punta morada pueden reducir su rendimiento hasta en un 100%,. Las pérdidas ocasionadas en este estudio pueden deberse a la alta infestación de *Bactericera cockerelli* reportado como vector de punta morada, en la fase vegetativa V3 de cultivo.

Los rendimientos bajos obtenidos en este estudio pueden deberse a factores externos como los cambios de temperatura. Según (Quispe, et al., 2021) que indican que las temperaturas bajas influyen en el rendimiento del cultivo. Además de acuerdo con (Tiupul, y otros, 2023) registraron temperaturas inferiores a 3,5°C durante la fase vegetativa del cultivo. Estos antecedentes respaldan a (INAMHI, 2016) que mencionan que las temperaturas inferiores a 4°C causan daño al cultivo de papa. Por tanto, se puede mencionar que las bajas temperaturas influyeron en el rendimiento del cultivo.

4.2.2 Rendimiento en relación con el número y peso de tubérculos

El número de tubérculos y el peso de cada uno es una parte esencial en el rendimiento del cultivo, en el tratamiento A2B3 se obtuvo mayor número de tubérculos con un promedio de 5 tubérculos pero, estos valores son menores a los encontrados por (Mora, et al., 2019) que obtuvieron 19 tubérculos por planta, sin embargo, la disminución en el número de tubérculos se encuentra entre los valores encontrados por (Parga, et al., 2011) indican que los genotipos infectados con punta morada pueden producir entre 1 a 9 tubérculos por planta. Por lo tanto, a pesar del bajo rendimiento a causa de la punta morada este tratamiento consigue el mayor número de tubérculos que los demás tratamientos estudiados en este ensayo.

Por otra parte, en el mismo tratamiento se consiguió un peso promedio de 108 gramos por planta como el mejor de todos respecto a los demás tratamientos, esto podría deberse a las dosis de fertilizante utilizado porque (Flores, et al., 2021) indican que las altas concentraciones de nutrientes en la solución nutritiva mejora la producción y biomasa en el cultivo de papa, no obstante (Arteaga, 2021) indica que se puede obtener hasta 804,92 gramos por planta, pero se asemeja a lo encontrado por (Inés, 2007) indica que papas infestadas con *Bactericera cockerelli* pueden obtener tubérculos con un peso de 136 gramos por planta. Por ende, si bien el peso bajó por presencia de *Bactericera cockerelli* vector de punta morada el tratamiento logra incrementar el peso de los tubérculos.

El número y peso de los tubérculos se ve afectado por la cantidad de fertilizante que se aplique al cultivo, en este ensayo se usó el Excel INTAGRI elaborado en México para el cálculo de la fertilización, el resultado del cálculo fue que se debía usar 73, 150, y 239 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O respectivamente y estos valores pueden suplementar la necesidad nutricional de la papa mexicana, no obstante, la variedad de papa del Ecuador necesita una cantidad adicional de fertilizante a la encontrada, según (Lopez, 2023, pág. 35-39), se obtienen mejores resultados con una dosis de 150, 350 y 200 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O respectivamente, además, según (Valverde, et al., 2017, pag. 9 - 11) indica que el número y peso de tubérculos se ven influenciados por la dosis de nitrógeno y fosforo que se aplique al cultivo. por lo tanto, el número y peso de los tubérculos pudo ser influenciado por las dosis de fertilización de nitrógeno y fosforo obtenidos con el Excel INTAGRI.

4.2.3 Categorización de tubérculos

En este ensayo se encontró que al incrementar las dosis tanto de fertirriego y de gallinaza se obtiene mayor peso y número de tubérculos de las diferentes categorías, esto concuerda con (Meksy, et al., 2023) indican que a mayor concentración de nitrógeno en la solución nutritiva disminuye la cantidad de tubérculos pequeños.

4.2.4 Análisis económico

El único tratamiento que logra un beneficio costo mayor a uno es el tratamiento donde se utilizó más de 50% de la dosis recomendada para fertilización en combinación con una dosis de 3 t/ha de gallinaza con un valor de 1,16 lo que significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 16 centavos esto debido a los bajos rendimientos del cultivo por la punta morada de la papa, ya que, para controlar el insecto vector se incrementa el control fitosanitario lo que aumenta los costos de producción y disminuye la rentabilidad del ensayo, esto es similar a lo encontrado por (Basantes, et al., 2020) que indica que el rubro de mantenimiento se incrementa un 44% en las zonas productoras de Carchi y un 83% en las zonas productoras de Imbabura, ante una enfermedad que actúa como factor de riesgo de pérdidas.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se determinó que para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad superchola el tratamiento en el cual se utilizó 50% más de la dosis recomendada para fertirriego en combinación con una dosis de 3 t/ha de gallinaza, fue el que presentó el mejor comportamiento agronómico, un rendimiento de 11 t/ha, un número de 5 tubérculos por planta, tubérculos con un peso promedio de 108 gramos, además, fue el único tratamiento que se obtuvo tubérculos de primera categoría, por lo que se estableció como la mejor dosis de fertirriego y gallinaza para ser utilizada en este cultivo.

A través del análisis beneficio costo se determinó que el tratamiento en el cual se utilizó 50% más de la dosis recomendada para fertirriego en combinación con una dosis de 3 t/ha de gallinaza presentó el mejor beneficio costo con un valor de 1,16, lo que indica que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 16 centavos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda calibrar el Excel INTAGRI sin utilizar gallinaza y subir las dosis de fertilización a 150, 350 y 200 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O respectivamente.

Por la presencia de *Bactericera cockerelli* vector de punta morada en la zona, se recomienda realizar rotación de cultivos evitando posibles huéspedes para disminuir su infestación y evitar pérdidas económicas a los productores.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ARAUJO, Andres, et al.** *Manual del cultivo de la papa para pequeños productores.* [ed.] M RACINES, J CUESTA and C CASTILLO. Mejía : Imprenta IdeaZ, 2021. ISBN 978-9942-22-499-6.
2. **ARCOS, Jesús, et al.** *Manejo fíntegrado del cultivo de papa.* Lima : Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, 2020. 978-9972-44-065-6.
3. **ARIAS, Karen & ARNUADE DE CHACON, Olga.** Efecto de la fertilización química, orgánica y combinada sobre el rendimiento de la papa variedad Granola. [En línea] 2010. [Cited: Septiembre 13, 2024.] https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es. ISSN 0002-192X.
4. **ARTEAGA, Alejandro.** Respuesta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Superchola a la aplicación de cinco soluciones nutritivas mediante fertirriego. [En línea] 2021. [Cited: Febrero 19, 2024.] <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8831d9c9-1bb5-4bd1-a9e5-2c768d01d83e/content>.
5. **AYRES, Juan, GRASSO, Rafael & BERRUEDA, Cecilia.** CONTROL DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA HIDROPÓNICA (NFT) BASADO EN EL PH Y LA CONDUCTIVIDAD: luces y sombras. [En línea] 2022. [Cited: Febrero 20, 2024.] <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16926/1/INIA-71-diciembre-2022-Ayres.pdf>.
6. **BASANTES, Telomo, et al.** Diagnóstico de los costos, rendimientos de producción y comercialización de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la zona 1 del Ecuador, año 2019. [En línea] 2020.
7. **BENADI, Albert & FERNANDEZ, Joaquin.** upcommons.upc.edu. [En línea] 2013. [Citado el: 13 de Febrero de 2024.] <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/19962/sabiasquealtitud.pdf>.

8. **CADENA, Victor.** Hablemos de riego. [En línea] 2016. [Cited: Febrero 20, 2024.] <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf>. 978-9942-11-054-1.
9. **CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA.** cipotato.org. [En línea] 2017. [Cited: Agosto 21, 2023.] <https://cipotato.org/papaenecuador/2017/10/12/23-ica-unica/>.
10. **CUESTA, Xavier, et al.** *Catalago de variedades de papa del Ecuador*. Segunda. Quito : Imprenta IDEAZ, 2022. pp. 1-28.
11. **CUESTA, Xavier, et al.** *Guia para el manejo de punta morada de la papa*. Segunda. Quito : s.n., 2021.
12. **ESPAC.** Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua [En línea] 2022. [Citado el: 20 de Marzo de 2024.] <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.
13. **FAO.** *Duplicar la producción mundial de papa en 10 años es posible*. 2022. —. **2006.** *Evapotranspiracion del cultivo*. Roma : s.n., 2006. 92-5-304219-2.
14. **FLORES, Roman, et al.** Fertilización NPK, distribución de biomasa y número de minitubérculos de papa en invernadero. [En línea] 2021. [Cited: Febrero 13, 2024.] https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342020000801827. ISSN 2007-0934.
15. **GARRO, Jorge.** *El suelo y los abonos orgánicos*. s.l. : Impresiones el Unicornio, 2016. ISBN 978-9968-586-26-9.
16. **GONZÁLEZ, Paco.** Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. [En línea] 2019. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf.
17. **Google Earth.** GOOGLE EARTH. [En línea] 2023. [Cited: NOVIEMBRE 14, 2023.] <https://earth.google.com/web/@-1.75168356,->

78.62713956,2731.81928898a,379.22511287d,35y,-
177.8551411h,44.99569869t,0r/data=OgMKATA.

18. **HERRERA, Luis & GARCIA, Oscar.** Diseño de un sistema de fertirrigación por goteo para la optimización de agua y fertilizantes en cultivos de cebolla larga del municipio de aquitania (Boyacá). [En línea] 2019. [Cited: Febrero 20, 2024.] <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/20942/2019luisherrera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
19. **ICA.** *Manejo fitosanitario del cultivo de la papa*. Bogota : s.n., 2011.
20. **IICA.** iica.int. [En línea] 23 de Junio de 2020. [Citado el: 23 de Septiembre de 2023.] <https://iica.int/es/prensa/noticias/organizaciones-promueven-consumo-de-papa-por-la-salud-del-ecuador#:~:text=A%C3%BAn%20as%C3%AD%2C%20el%20consumo%20de,ser%20fundamental%20para%20nuestra%20gastronom%C3%ADa..>
21. **INAMHI.** Análisis del impacto de los principales elementos del clima en el sector agropecuario ecuatoriano. [En línea] 2016. [Citado el: 20 de Marzo de 2024.] https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_agr_sem.pdf.
22. **INÉS, Jose.** *Crecimiento y Producción de Papa Infestada con Bactericera cockerelli (Sulc) e.* Buenavista : s.n., 2007.
23. **KAFKAFI, U & TARCHITZKY, J.** *Fertirrigación una herramienta para una eficiente fertilización y manejo del agua.* Paris : s.n., 2012. p. 17. ISBN 978-2-9523139-9-5.
24. **MAG.** Ministerio de agricultura y ganaderia. [En línea] 12 de Junio de 2020. [Citado el: 23 de Septiembre de 2023.] <https://www.agricultura.gob.ec/el-concurso-ecuador-full-papa-fomenta-el-consumo-de-papa-en-el-pais/>.
25. **MAZUELA, Pilar, DE LA RIVA, Fernando & TREVIZAN, Juan.** *Principios del fertirriego.* [En línea] 2020. [Cited: Enero 13, 2023.] http://sb.uta.cl/libros/PRINCIPIOS_FERTIRRIEGO.pdf. ISBN 978-956-6028-18-5.

26. **MEKSY, Dianawati, HERMAWATY, Cahyaningrum & BAYU, Suwitono.** The Determination of Nitrogen Concentration in the G2 Potato Seed Production on Fertigation System. [En línea] 2023. ISSN 25550403.
27. **MÉNDEZ, Patricio, et al.** *Producción de Papa para el convenio Tranapunte.* Vilcún : Imprenta America, 2019. ISSN 0717 - 4829.
28. **MORA, D, JIMENEZ, J & FABREGA, J.** *Relación Entre el Índice de Área Foliar y el Índice Normalizado de Vegetación en el Bosque Húmedo Tropical de Panamá, en Gamboa.* 2014. Vol. X. 2219-6714.
29. **MORA, Segundo, ÁGUILA, Edith, et al.** Combinación de dos biofertilizantes y fertilización química en la producción de *Solanum tuberosum* cv. Superchola en Andisoles ecuatorianos. [En línea] 2019. [Cited: Febrero 3, 2024.] http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000400044. ISSN 2072-20015.
30. **NADGHI, Ali, et al.** *Enhancing the qualitative and quantitative traits of potato by biological, organic, and chemical fertilizers.* 2022. Vol. XXI. ISSN 1658077X.
31. **NAVARRO, Ginés, PEREZ, Gabriel & NAVARRO, Simón.** *Análisis de suelos y aguas.* Madrid : Dextra Editorial S. L., 2022. ISBN 978-84-17946-91-3.
32. **NÚÑEZ, Alba & GARCÍA, Ester.** *Altitud, variables climáticas y tiempo de permanencia de las personas en plazas de Ecuador.* Madrid : s.n., 2018. ISSN 2175-3369.
33. **OJEDA, Nicolas & AGUILAR, Carolina.** [En línea] 2020. [Cited: Marzo 20, 2024.] <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/5032>.
34. **ORDOÑEZ, Benny, ORRILLO, Matilde & BONIERBALE, Merideth.** *Biología reproductiva y citológica de la papa.* [En línea] 2016. [Cited: Febrero 21, 2024.] <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2017/01/CIP-Manual-biologia-reproductiva-y-citologica-de-la-papa.pdf>. ISBN 978-92-9060-477-8.
35. **PARGA, Victor, et al.** *Evaluación, Selección y Caracterización de Genotipos de Papa Tolerantes al Síndrome de Punta Morada.* [En línea] 2011. [Cited: Febrero 13, 2024.]

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092011000100002. ISSN 2007-8080.

36. **PASCUAL, Bernardo.** Riegos de gravedad y a presión. [En línea] 2020. [Cited: Febrero 2, 2024.]
https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/60c9a238-6875-4647-a73a-9fdf1187b107/TOC_0252_03_02.pdf?guest=true. ISBN 978-84-9048-950-5.
37. **PEREZ, W & FORBES, G.** Guia de identificacion de plagas que afectan a la papa en la zona andina. *Guia de identificacion de plagas que afectan a la papa en la zona andina*. [En línea] 2011. [Cited: Septiembre 14, 2023.]
<https://elibro.net/es/ereader/epoch/66134>. ISBN 978-92-9060-402-0.
38. **PUMISHACO, Manuel & SHERWOOD, Stephen.** *EL CULTIVO DE PAPA EN ECUADOR*. [ed.] M PUMISACHO and S SHERWOOD. Quito : INIAP-CIP, 2002.
39. **QUISPE, Julio, et al.** *Factores climático determinantes del rendimiento y la producción de papa en el distrito de Juli, Puno–Perú, 2000-2018*. 2021. ISSN 2664-0902.
40. **RACINES, Marcelo, et al.** *IX CONGRESO ECUATORIANO DE LA PAPA*. Latacunga : s.n., 2021. ISBN 978-9942-22-529-0.
41. **RAMOS, David & TERRY, Elein.** *GENERALIDADES DE LOS ABONOS ORGÁNICOS: IMPORTANCIA DEL BOCASHI COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL PARA SUELOS Y PLANTAS*. La Habana : s.n., 2014. pp. 52-59. Vol. 35. ISSN 1819-4087.
42. **ROMAN, Pilar, MARTINEZ, Maria & PANTOJA, Alberto.** *Manual de compostaje del agricultor experiencias en america latina*. Santiago de Chile : FAO, 2013. 978-92-5-307845-5.
43. **SÁNCHEZ DE RIBERA, Alejandro, et al.** [En línea] 2021. [Cited: Febrero 20, 2024.]
<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/10098/A-08-2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. 978-84-17853-40-2.

44. **SANTOS, Belarmino & RIOS, Domingo.** Cálculo de Soluciones en suelo y sin suelo. [En línea] 2016. [Cited: Febrero 20, 2024.] https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otro_622_soluciones_nutritivas.pdf. ISBN 78-84-15012-87-0.
45. **TIUPUL, Cesar & AREVALO, Miguel.** Estación Agrometeorológica ESPOCH. [En línea] 2023. [Citado el: 20 de Marzo de 2024.] <https://historicoweb.espoch.edu.ec/index.php/component/k2/item/650.html>.
46. **VELÁSQUEZ, José, et al.** *MANUAL DE PRODUCCION DE TUBERCULO DE PAPA.* Quito : s.n., 2021. ISBN 978-9942-22-549-8.
47. **VIGNOLA, Rafaele, et al.** *PRÁCTICAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS POR EVENTOS CLIMÁTICOS EN EL CULTIVO DE PAPA EN COSTA RICA.* 2017.
48. **VILLANUEVA, Ronal.** *Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra del norte de Perú.* Lima : GRAFICOZ, 2017. ISBN 978-612-47608-0-8.
49. **ZUÑIGA, Stefany, MORALES, Crístopher & ESTRADA, Maria.** Cultivo de papa y sus condiciones climaticas. *Gestion Ingenio y Sociedad.* [En línea] 2017. [Cited: Agosto 22, 2023.] <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/60/95>.

ANEXOS

ANEXO A: ANALISIS DE SUELO



Trabajamos bajo la Norma ISO 17025

Agrarprojekt S.A.
 Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, Quito
 Tel: 02-2490575/02-2492148/0984-034148
 info@agrارprojekt.com
 www.agrarprojekt.com

RESULTADOS

Código Agrarprojekt:

EPC-070323

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra:	Suelo
Cultivo:	Papas
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Muestra Suelo

Contenido de macro- y microelementos en mg / kg de suelo seco

Análisis		Unidad	*Método Extracción	*Niveles Óptimos para Papas - Cultivo Intensivo	Resultado
Características del Suelo	Materia Orgánica	%	-	2 - 6	4,4
	Conductividad (CE)	mS/cm	Vol. 1:2	0,3 - 0,6	0,50
	pH (en H ₂ O)	-	Vol 1:2	-	7,5
	pH (en KCl)	-	Vol 1:2	5,6 - 6,2	6,8
Macronutrientes	Nitrato (NO ₃ -N)	mg/kg	Extracto Agua	-	58,0
	Amonio (NH ₄ -N)	mg/kg	NaCl 0,05 M	-	4,7
	(NO ₃ +NH ₄)-N	mg/kg	-	30 - 50	62,7
	Fósforo (P)	mg/kg	NaHCO ₃ 0,5M	30 - 60	29,9
	Potasio (K)	mg/kg	NaCl 0,05 M	200 - 340	151
	Magnesio (Mg)	mg/kg	NaCl 0,05 M	75 - 180	147
	Calcio (Ca)	mg/kg	NaCl 0,05 M	600 - 1800	459
	Azufre (SO ₄ -S)	mg/kg	Extracto Agua	10 - 15	10,0
Micronutrientes	Hierro (Fe)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	20 - 50	9,0
	Manganeso (Mn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	6 - 30	6,3
	Cobre (Cu)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	1,0 - 4,0	4,0
	Zinc (Zn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	1,2 - 6,0	1,0
	Boro (B)	mg/kg	Extracto Agua	0,15 - 0,60	0,28
Peligro de Salinidad	Sodio (Na)	mg/kg	Extracto Agua	< 140	22,5
	Cloruro (Cl ⁻)	mg/kg	Extracto Agua	< 210	19,7
	Sales Totales	mg/kg	Extracto Agua	< 2000	418

* Fuente: Soil Science Society of America Inc. (Ed.). 2001. Methods of Soil Analysis. 1390 pp. ☐

-- No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.

- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.
- El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
- Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.

Agrarprojekt S.A.
 Dr. Karl Sponagel
 Director del Laboratorio

ANEXO B: ANALISIS DE AGUA



Trabajamos bajo la Norma ISO 17025

Agrarprojekt S.A.
Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, Quito
Tel: 02-2490575/02-2492148/0984-034148
info@agrارprojekt.com
www.agrarprojekt.com

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: EPC-140921

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra:	Agua de Riego
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Muestra de Agua

Contenido de macro- y microelementos en mg / l (equivalente a ppm)

Análisis	Unidades	*Recomendación: Agua de Riego para Cultivos Hortícolas Intensivos	Resultado
pH	-	5,4 - 8,8	8,9
Conductividad (CE)	mS/cm	< 1,0 (ideal: < 0,5)	0,38
Dureza Total	-	-	-
Clasificación	-	-	agua semidura
Grado Dureza °d	°d	-	7,5
Dureza en mmol/l	mmol/l	-	1,3
Dureza equivalente CaCO3 en ppm	mg/l	< 275	133
Nitrato (NO ₃)	mg/l	< 30	1,1
Fosfato (PO ₄)	mg/l	< 15	0,94
Sulfato (SO ₄)	mg/l	< 72	58,5
Cloruro (Cl ⁻)	mg/l	< 106 (ideal: < 53)	9,1
Bicarbonato (HCO ₃)	mg/l	< 183	146
∑ Aniones	meq/l	-	3,92
Amonio (NH ₄)	mg/l	< 4,5	0,10
Potasio (K)	mg/l	< 20	5,6
Magnesio (Mg)	mg/l	< 30	17,9
Calcio (Ca)	mg/l	< 60	23,8
Sodio (Na)	mg/l	< 70 (ideal: < 35)	28,9
∑ Cationes	meq/l	-	4,06
Hierro (Fe)	mg/l	< 1,5	0,320
Manganeso (Mn)	mg/l	< 0,5	0,026
Cobre (Cu)	mg/l	< 0,1	0,021
Zinc (Zn)	mg/l	< 0,3	0,039
Boro (B)	mg/l	< 0,3	0,094

* Fuente: D. W. Reed. Water, Media y Nutrition. Ball Publishing. 311 pp.

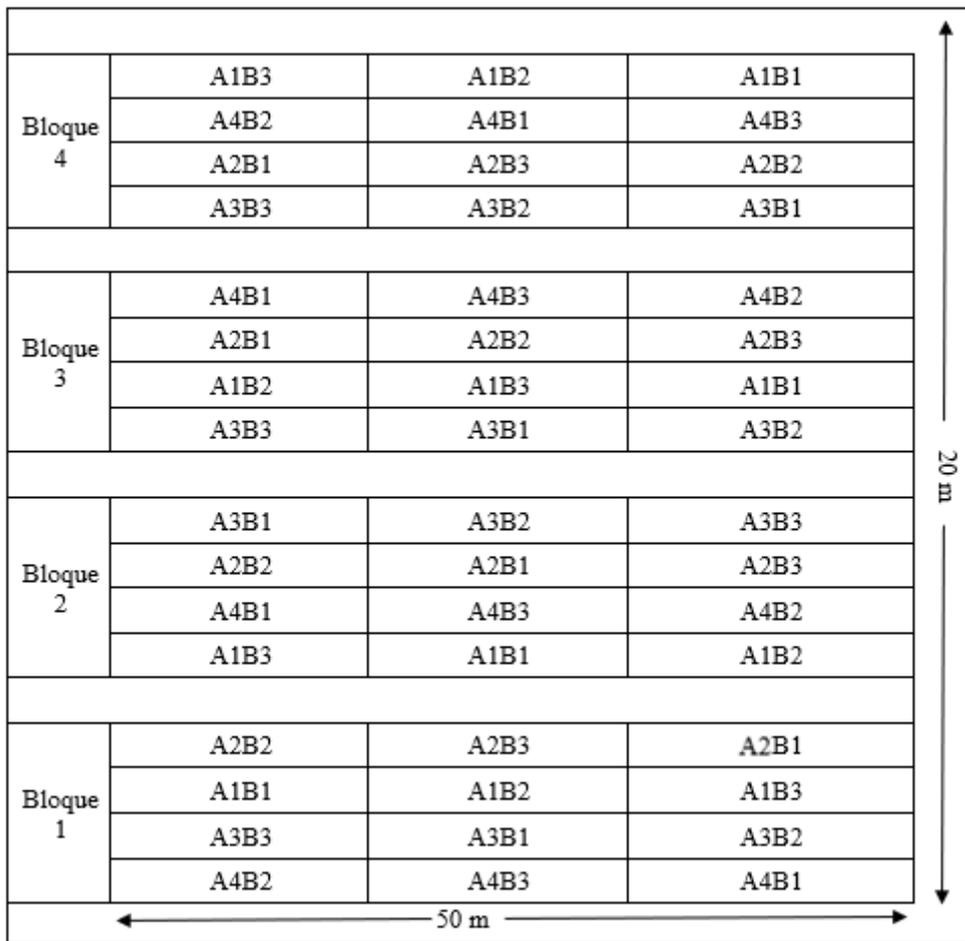
-- No Aplica

Nota:

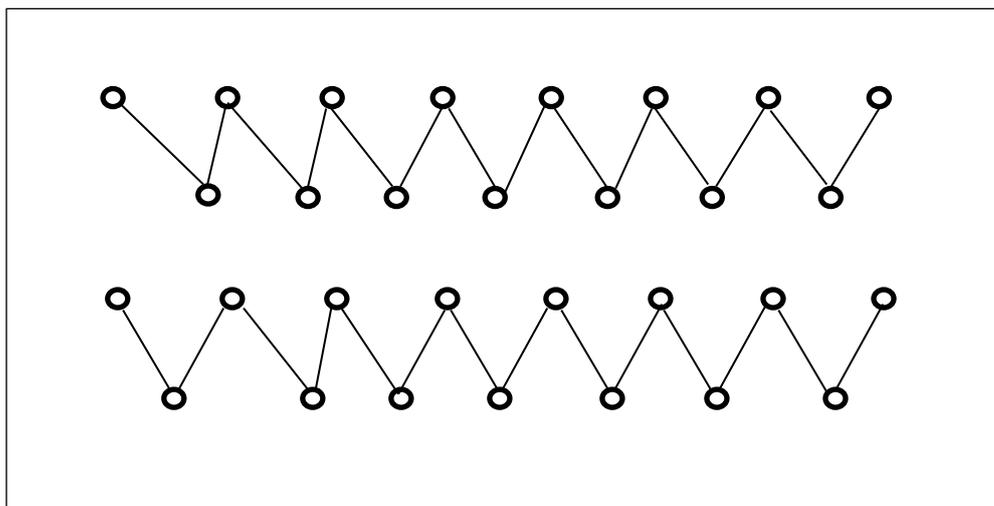
- Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.
- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.
- El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
- Prohibida la reproducción total o parcial de Los resultados. No procede copia.

Agrarprojekt S.A.
Dr. Karl Sponagel
Director del Laboratorio

ANEXO C: ESQUEMA DEL ENSAYO



ANEXO D: ESQUEMA DE TOMA DE DATOS DEL MUESTREO DE SUELO POR BLOQUE



ANEXO E: CÁLCULOS DE LA DOSIS RECOMENDADA DE FERTIRIEGO EN INTAGRI.

Etapa	Dia	Fuente	Kg/ha	Dias	Kg/semana	Kg/3 dias/semana	Elemento	% del elemento	Lamina mm	Ppm del elemento	Ppm del fertilizante	Ppm/200 m ²
10	18	H. base	30	18	11,7	3,9	N	7	1,5	18	259	5
	18		30	18	11,7	3,9	P2O5	12	1,5	31	259	5
	18		30	18	11,7	3,9	K2O	40	1,5	104	259	5
	18	H. violeta	33	18	12,7	4,2	N	15	1,5	42	282	6
	18		33	18	12,7	4,2	P2O5	3	1,5	8	282	6
	18		33	18	12,7	4,2	K2O	20	1,5	56	282	6
20	36	H. base	30	18	11,7	3,9	N	7	1,5	18	259	5
	36		30	18	11,7	3,9	P2O5	12	1,5	31	259	5
	36		30	18	11,7	3,9	K2O	40	1,5	104	259	5
	36	H. violeta	33	18	12,7	4,2	N	15	1,5	42	282	6
	36		33	18	12,7	4,2	P2O5	3	1,5	8	282	6
	36		33	18	12,7	4,2	K2O	20	1,5	56	282	6
30	54	H. base	60	18	23,3	7,8	N	7	1,5	36	519	10
	54		60	18	23,3	7,8	P2O5	12	1,5	62	519	10
	54		60	18	23,3	7,8	K2O	40	1,5	207	519	10
	54	H. violeta	45	18	17,6	5,9	N	15	1,5	59	392	8
	54		45	18	17,6	5,9	P2O5	3	1,5	12	392	8
	54		45	18	17,6	5,9	K2O	20	1,5	78	392	8
40	72	H. base	90	18	35,0	11,7	N	7	1,5	54	778	16
	72		90	18	35,0	11,7	P2O5	12	1,5	93	778	16
	72		90	18	35,0	11,7	K2O	40	1,5	311	778	16
	72	H. violeta	58	18	22,6	7,5	N	15	1,5	75	501	10

	72		58	18	22,6	7,5	P2O5	3	1,5	15	501	10
Etapa	Dia	Fuente	Kg/ha	Dias	Kg/semana	Kg/3 dias/semana	Elemento	% del elemento	Lamina mm	Ppm del elemento	Ppm del fertilizante	Ppm/200 m ²
	72		58	18	22,6	7,5	K2O	20	1,5	100	501	10
50	90	H. base	90	18	35,0	11,7	N	7	1,5	54	778	16
	90		90	18	35,0	11,7	P2O5	12	1,5	93	778	16
	90		90	18	35,0	11,7	K2O	40	1,5	311	778	16
	90	H. violeta	31	18	12,2	4,1	N	15	1,5	41	271	5
	90		31	18	12,2	4,1	P2O5	3	1,5	8	271	5
	90		31	18	12,2	4,1	K2O	20	1,5	54	271	5
60	108	H. base	90	18	35,0	11,7	N	7	1,5	54	778	16
	108		90	18	35,0	11,7	P2O5	12	1,5	93	778	16
	108		90	18	35,0	11,7	K2O	40	1,5	311	778	16
	108	H. violeta	5	18	1,8	0,6	N	15	1,5	6	40	1
	108		5	18	1,8	0,6	P2O5	3	1,5	1	40	1
	108		5	18	1,8	0,6	K2O	20	1,5	8	40	1
70	126	H. base	90	18	35,0	11,7	N	7	1,5	54	778	16
	126		90	18	35,0	11,7	P2O5	12	1,5	93	778	16
	126		90	18	35,0	11,7	K2O	40	1,5	311	778	16
80	144	H. base	90	18	35,0	11,7	N	7	1,5	54	778	16
	144		90	18	35,0	11,7	P2O5	12	1,5	93	778	16
	144		90	18	35,0	11,7	K2O	40	1,5	311	778	16
90	162	H. base	30	18	11,7	3,9	N	7	1,5	18	259	5
	162		30	18	11,7	3,9	P2O5	12	1,5	31	259	5
	162		30	18	11,7	3,9	K2O	40	1,5	104	259	5
Total, de elementos utilizados en kg/ha												

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
73	150	239

Realizado por: Quimbata J., 2024.

ANEXO F: PRODUCTOS UTILIZADOS EN EL CONTROL FITOSANITARIO

Enfermedad o plaga	Nombre comercial	Ingrediente activo	Presentación
Lancha (<i>Phytophthora infestans</i>)	Acrobat	Dimetomorph + Mancozeb	700 gr
	Ridomil	Metalaxil + Mancozeb	500 gr
	Curalancha	Cymoxanil + Mancozeb	500 gr
Pudrición de la raíz (<i>Rhizoctonia solani</i>)	Comet	Pyraclostrobin	200 cc
Paratrisosa (<i>Bactericera cockerelli</i>)	Radiant	Spinetoram	500 cc
	Avaunt	Indoxacarb	200 cc
	Movento	Spirotetramato+Thiacloprid	100 cc
	Smart		
	Invicto	Acefato + Imidacloprid	1 litro
Hongos en semilla	Engeo	Tiametoxan+Lamdacihalotrina	1 litro
	Celest	Fludioxonil	200 cc
	Mertec	Tiabendazol	100 cc
Adicionales	Cosmo-aguas		60 gr

Realizado por: Quimbita J., 2024.

ANEXO E: COSTOS DE PRODUCCIÓN

COSTOS DIRECTOS DEL ENSAYO				
RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Preparación del terreno				
arada	hora	0,5	\$10,00	\$5,00
rastra	hora	0,5	\$10,00	\$5,00
subtotal				\$10,00
Control fitosanitario				
insecticidas	kit	1	\$50,00	\$50,00
fungicidas	kit	1	\$50,00	\$50,00
jornal	jornal	1	\$12,00	\$12,00
subtotal				\$112,00
Siembra				
semilla	quintales	4	\$25,00	\$100,00
mano de obra	jornal	1	\$10,00	\$10,00
subtotal				\$110,00
Labores culturales				
aporque	jornal	1	\$10,00	\$10,00
cosecha	jornal	1	\$10,00	\$10,00
sacos	unidad	48	\$0,25	\$12,00
subtotal				\$32,00
Equipos				
Medidor de pH	unidad	1	\$40,00	\$40,00
TOTAL				\$304,00

Realizado por: Quimbita J., 2024.

ANEXO G: ANÁLISIS ECONÓMICO DE CADA TRATAMIENTO MEDIANTE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO

Tratamiento	Costos	Costos de fertilización	Egresos	Ingresos	B/C
A2B3	\$3,80	\$ 1,17	\$4,97	5,78	\$1,16
A2B2	\$3,80	\$ 1,07	\$4,87	4,88	\$1,00
A2B1	\$3,80	\$ 0,87	\$4,67	4,37	\$0,94
A3B3	\$3,80	\$ 1,08	\$4,88	2,97	\$0,61
A3B2	\$3,80	\$ 0,98	\$4,78	2,60	\$0,54
A3B1	\$3,80	\$ 0,78	\$4,58	2,24	\$0,49
A4B3	\$3,80	\$ 1,00	\$4,80	1,69	\$0,35
A4B2	\$3,80	\$ 0,90	\$4,70	1,43	\$0,30
A4B1	\$3,80	\$ 0,70	\$4,50	1,03	\$0,23
A1B3	\$3,80	\$ 0,30	\$4,10	0,89	\$0,22
A1B2	\$3,80	\$ 0,20	\$4,00	0,70	\$0,18
A1B1	\$3,80	\$ 0,47	\$4,27	0,55	\$0,13

Realizado por: Quimbita J., 2024.

ANEXO H: TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA EN °C ENCONTRADA DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO

Mes	Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
Día	Máxima	Mínima										
1	22,4	9,3	20,6	7,2	19,7	8,9	18,8	7,1	20,5	9	20	7,9
2	22,6	7,1	22,2	9,5	19,8	7,5	19	10	22	8,8	19,6	8,9
3	22	8,9	21,1	9,6	20,3	7,6	19,8	9,5	23,2	9,7	19,7	4,1
4	21,4	9,4	22,4	9,6	19,8	8,8	21,2	9,9	23	7,7	20,8	7,1
5	21,3	9,7	21,3	10	21,9	9,3	18,9	9,1	24,4	10		8,5
6	21,6	10	17,4	9,7	21,3	6,2	20,6	10,1	20,7	10		
7	22,6	7,4	21,4	8,3	22,6	7,3	20,2	9,8	20,4	10,7	19,8	10
8	24	10	18,7	7,3	23,6	8,4	20,5	8,9	19,5	9,5	21,2	7,1
9	22	8,9	22,4	5,7	23,4	9,2	19	10,2	17,4	9,2	20,4	9,3
10	19,2	9	21,6	8,4	20,8	8,8	19,3	9,2	19,2	8	22,5	4,2
11	16,7	9,7	12,6	9,8	20,8	9,6	21,4	9	20,5	7,2	20,4	3,6
12	20,2	7,8	22	8,4	21,6	11,1	22,1	9,4	19,8	5,9	21	5,3
13	20,6	7	22,2	9,7	21,6	11	21,2	6,7	21,3	4,6	22	9,2
14	17,5	8,3	18,1	9,4	19	10,6	20,4	9,5	20,8	9,4	20,4	9,6
15	20,1	4,7	21	7,8	21,5	9,4	19,3	8,5	19,2	9,2	21,8	10,1
16	21,5	4,6	22,5	9,1	21,6	11,2	18	9,3	19,6	9,5	23,2	10,1
17	23,4	6,5	17,6	8,5	23,5	10	20,4	6,3	19,6	9,4	23,2	9,3
18	22,3	5,3	22,8	6,8	20,4	8,1	20,8	8,1	19,4	8,8	24,5	9,1
19	22,2	5,3	19,8	9,6	22,8	8,9	22,2	7	19,9	3,8	25,8	7,5
20	21,8	5,4	17,4	10	20,8	11	22,3	5	17,6	9,1	20,5	10,3
21	20,6	4,8	19,8	8,6	21,6	11,8	22,5	6,1	20,5	7	18,6	11
22	22	3,7	22,2	9	23,8	11,8	20,6	8,2	19,6	8	20	9,7
23	23,2	7,7	15	8,9	20,2	10,9	21	9	20,4	8,8	21,4	6,7
24	17,4	8,9	21,5	6,8	21,2	11,1	21	9,2	20,1	9,8	21,8	4,2
25	20	9,2	20,5	8,8	20,8	10,8	20,4	10	22,8	6,8	18,2	6
26	19,5	9,3	20,6	8	21,2	11,4	29	10,5	24,8	9,2	23,4	3,5
27	17,4	9,1	20,1	8,8	20,3	10	21	9	23	11	23,1	4,6
28	18,2	8,8	20,5	9	16,2	8	22,6	9,2	22	9,3	18,6	8
29	20,4	8,9	20,4	9,7	20,9	5,9	21,2	10,3	21,1	10,4	22	7,7
30	21,8	8,4	20	9,7	20,8	9,8	18,5	10	17,4	9,5	23,4	5,5
31	14,8	9,2			18,8	10			17,5	8,1	20	7,2

Fuente: (Tiupul, y otros, 2023)

Realizado por: Quimbita J., 2024.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 30 / 05 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Jonathan Wladimir Quimbita Zapata
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniero Agrónomo
<p style="text-align: center;"> Dr. Alfonso Leonel Suárez Tapia PhD. Director del Trabajo de Titulación</p> <p style="text-align: center;"> Ing. Cristian Santiago Tapia Ramírez Msc. Asesor del Trabajo de Titulación</p>