

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Aplicación de nueve niveles de Nitrato de Calcio en cultivo de papa

(*Solanum tuberosum*) variedad Canchan INIA bajo condiciones de

Paucartambo - Pasco

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autores:

Bach. Lurgia ESTRELLA ANTICONA

Bach. Marisol LEON COTERA

Asesor:

Dra. Edith Luz ZEVALLOS ARIAS

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Aplicación de nueve niveles de Nitrato de Calcio en cultivo de papa

(*Solanum tubersum*) variedad Canchan INIA bajo condiciones de

Paucartambo - Pasco

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Manuel LLANOS ZEVALLOS
PRESIDENTE

Dr. Carlos Adolfo De La Cruz Mera
MIEMBRO

Mg. Moisés TONGO PIZARRO
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 016-2022/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
Lurgia Estrella Anticona; y Marisol Leon Cotera

Escuela de Formación Profesional
Agronomía-Yanahuanca

Tipo de trabajo
Tesis

"APLICACIÓN DE NUEVE NIVELES DE NITRATO DE CALCIO EN CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CANCHAN INIA BAJO CONDICIONES DE PAUCARTAMBO - PASCO"

Asesor:
Dra. Edith Luz ZEVALLOS ARIAS

Índice de similitud
26%

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software antiplagio.

Cerro de Pasco, 25 de agosto del 2022



Dr. Luis A. Huanes Tovar
Director

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

El presente trabajo, esfuerzo de sacrificios constantes, lo dedicamos con todo nuestro amor, respeto, agradecimiento y de manera muy especial a:

A Dios y a la vida, por permitirnos terminar esta etapa de nuestras vidas.

A nuestros padres, por ser nuestros referentes, por todo su amor, paciencia, enseñanza, y sobre todo porque nuevamente llegamos a una meta más, cumpliendo con el objetivo propuesto.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi más sincero agradecimiento, a nuestros padres, porque sin su excelente ejemplo y estímulo no se hubiera conseguido seguir adelante ni llegar a donde estamos. Gracias por apoyarnos y animarnos a conseguir nuestros objetivos.

A la universidad nacional Daniel Alcides Carrión sección Paucartambo por habernos permitido ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar nuestra carrera durante el periodo de estudios 2012– 2016.

A todo el cuerpo Docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad nacional Daniel Alcides Carrión Paucartambo por dedicar su tiempo y conocimiento en nuestra formación académica.

A nuestras familias quienes siempre nos apoyaron a lo largo de este camino y con su soporte logramos hacer lo que hoy somos. A todos ellos mil gracias.

A todos los que fueron nuestros compañeros de clases durante todos los ciclos de la universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado un alto porcentaje para seguir adelante.

RESUMEN

La presente investigación experimental se desarrolló en el distrito de Paucartambo, provincia y región Pasco, ubicada a 2904 m. s. n. m., cuyas coordenadas son: 75°48'22.60" longitud oeste, 10°46'5.01" latitud sur. El propósito fue evaluar la aplicación de nueve niveles de nitrato de calcio en cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad canchan INIA bajo condiciones de Paucartambo – Pasco; dichos niveles fueron: T1 con 100 kg/ha de nitrato de calcio al aporque; T2 con 200 kg/ha de nitrato de calcio al aporque; T3 con 300 kg/ha de nitrato de calcio al aporque; T4 con 100 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra; T5 con 200 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra; T6 con 300 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra; T7 con 50 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra y 50 kg/ha de nitrato de calcio al aporque; T8 con 100 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra y 100 kg/ha de nitrato de calcio al aporque; T9 con 150 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra y 150 kg/ha de nitrato de calcio al aporque y el T10 fue el testigo sin aplicación de nitrato de calcio.

Se empleó el diseño de bloques completos al azar, con 10 tratamientos y 4 bloques o repeticiones, haciendo un total de 40 parcelas; las evaluaciones que se registraron fueron el porcentaje de emergencia, uniformidad de planta, vigor de planta, y en el periodo de cosecha la apariencia de tubérculo, uniformidad de tubérculo, número de tubérculos de las categorías I, II y III, peso de tubérculos en las categorías I, II y III, y rendimiento. Se utilizó la prueba de significación de Duncan al 5 % para la comparación de los promedios de los nueve niveles de nitrato de calcio frente al tratamiento testigo. Como resultado se obtuvo que, para el desarrollo vegetativo de la planta la uniformidad de planta, los tratamientos T5, T7 y T6 ocupan los tres primeros puestos con medias de 7.04, 6.49 y 6.40, respectivamente. En la evaluación al vigor de planta los tratamientos T6, T5 y T3 ocupan los primeros lugares según orden de mérito con medias de 7.41, 7.34 y 7.27. Para los parámetros de apariencia de tubérculo, uniformidad de tubérculo, número de tubérculos de categoría I, II y III, peso de tubérculos de categoría I, II y III; los resultados fueron favorables para el tratamiento T3

con 300 kg/ha de nitrato de calcio al aporque ocupando el primer lugar en orden de mérito. Para el rendimiento en Kg/ha el tratamiento T3 también ocupó el primer lugar con una media de 61557.06 Kg/ha según orden de mérito.

PALABRAS CLAVES: Fertilización, nitrato de calcio, rendimiento, desarrollo vegetativo, papa.

ABSTRACT

The present experimental investigation was developed in the district of Paucartambo, Pasco province and region, located at 2904 m. s. North. m., number of coordinates are: 75 ° 48'22.60 "west longitude, 10 ° 46'5.01" south latitude. The purpose was to evaluate the application of nine levels of calcium nitrate in potato (*Solanum tuberosum*) variety Canchan INIA under conditions of Paucartambo - Pasco; said levels were: T1 with 100 kg / ha of calcium nitrate at hilling; T2 with 200 kg / ha of calcium nitrate at hilling; T3 with 300 kg / ha of calcium nitrate at hilling; T4 with 100 kg / ha of calcium nitrate at sowing; T5 with 200 kg / ha of calcium nitrate at sowing; T6 with 300 kg / ha of calcium nitrate at sowing; T7 with 50 kg / ha of calcium nitrate at sowing and 50 kg / ha of calcium nitrate at hilling; T8 with 100 kg / ha of calcium nitrate at sowing and 100 kg / ha of calcium nitrate at hilling; T9 with 150 kg / ha of calcium nitrate at sowing and 150 kg / ha of calcium nitrate at hilling and T10 was the control without application of calcium nitrate.

The randomized complete block design was used, with 10 treatments and 4 blocks or repetitions, making a total of 40 plots; The evaluations that were recorded were the percentage of emergence, plant uniformity, plant vigor, and in the harvest period the appearance of tuber, uniformity of tuber, number of tubers of categories I, II and III, weight of tubers in categories I, II and III, and performance. The Duncan significance test at 5% was used to compare the averages of the nine levels of calcium nitrate against the control treatment. As a result, it was obtained that, for the vegetative development of the plant, plant uniformity, treatments T5, T7 and T6 occupy the first three positions with means of 7.04, 6.49 and 6.40, respectively. In the evaluation of plant vigor, treatments T6, T5 and T3 occupy the first places according to order of merit with means of 7.41, 7.34 and 7.27. For the parameters of tuber appearance, tuber uniformity, number of category I, II and III tubers, weight of category I, II and III tubers; The results were favorable for the T3 treatment with 300 kg / ha of calcium nitrate at hilling,

occupying the first place in order of merit. For the yield in Kg / ha, the T3 treatment also ranked first with an average of 61,557.06 Kg / ha according to order of merit.

KEY WORDS: Fertilization, calcium nitrate, yield, vegetative development, potato.

INTRODUCCIÓN

La papa es el cuarto cultivo en importancia en el mundo, después del arroz, el trigo y el maíz, por lo tanto, es una fuente de ingresos, principalmente para muchos agricultores de nuestra costa y sierra del Perú (Suquilanda (ed), s.f.)

Según el Ministerio de agricultura y riego (2017), las regiones con mayor área sembrada son Puno con 17.5 %, Huánuco con 11.9 %, Cusco con 10.9 % y Cajamarca con 9.0 %; y las otras regiones con el 50.9 %, haciendo un total de 304 772 hectáreas, con un rendimiento promedio nacional de 14.41 t/ha (Gavilán y Ombone, 2020).

La región de Pasco tiene una superficie sembrada de 9 388 hectáreas y cuyo rendimiento promedio es de 11.8 t/ha, estando por debajo del rendimiento nacional, la misma que tiene una participación del 3.1 % en el PBI agrícola. De los cuales la provincia de Pasco ocupa la mayor área de siembra con un 78.3 %, seguidos de Daniel Carrión con un 21.4 %, y Oxapampa con tan sólo el 0.4 % (Gavilán y Ombone, 2020).

La provincia de Pasco tiene una superficie sembrada de 7 211 hectáreas, el distrito con mayor área de siembra es Paucartambo con un 55.4 % seguido de los distritos de San Francisco de Asís de Yarusyacan con un 8.8 %, Pallanchacra con un 6.9 % y Huachón con un 6.6 % respectivamente (Gavilán y Ombone, 2020). El rendimiento promedio de la provincia es de 12.8 t/ha; mientras que la del distrito de Paucartambo fue de 15.8 t/ha durante la campaña 2015 la misma que tuvo un precio en chacra de 0.89 soles por kilogramo (Gavilán y Ombone, 2020).

El cultivo de papa necesita macronutrientes y micronutrientes, la inadecuada e incompleta aplicación de los mismos da como resultados bajos índices de producción y productividad. Siendo el calcio un componente clave de la pared celular y ayuda a construir una estructura fuerte y a asegurar la estabilidad de las células; así mismo es esencial, antes y durante la fase de crecimiento rápido de los tubérculos.

[\(https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/papa/funcion-de-calcio-en-la-produccion-de-papas/ \)](https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/papa/funcion-de-calcio-en-la-produccion-de-papas/)

El calcio también ayuda a que la planta se adapte a situaciones de estrés, al influenciar la cadena de reacciones para su respuesta, también cumple una función clave en la regulación del transporte activo del potasio para la apertura de los estomas (<https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/papa/funcion-de-calcio-en-la-produccion-de-papas/>).

Teniendo en consideración la importancia del cultivo de papa para los agricultores del distrito de Paucartambo y el papel que cumple el calcio en la producción nos trazamos el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

- ✓ Evaluar el desarrollo vegetativo del cultivo de papa var. Canchan INA en los nueve niveles de nitrato de calcio bajo condiciones de Paucartambo - Pasco.
- ✓ Comparar los rendimientos de los nueve niveles de calcio en el cultivo de papa var. Canchan INIA bajo condiciones de Paucartambo – Pasco.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1.	Delimitación geográfica.....	2
1.2.2.	Delimitación temporal	2
1.3.	Formulación del problema	2
1.3.1.	Problema general	2
1.3.2.	Problemas específicos.....	2
1.4.	Formulación de objetivos.....	3
1.4.1.	Objetivo general.....	3
1.4.2.	Objetivos específicos	3
1.5.	Justificación de la investigación.....	3
1.6.	Limitaciones de la investigación	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	5
2.2.	Bases teóricas – científicas	8
2.2.1.	El cultivo de papa	8
2.2.2.	Características del producto	18

2.2.3.	Características de la variedad de papa Canchan INIA	19
2.3.	Definición de términos básicos	21
2.4.	Formulación de hipótesis.....	22
2.4.1.	Hipótesis general	22
2.4.2.	Hipótesis específicas	22
2.5.	Identificación de variables	22
2.5.1.	Variable independiente:	22
2.5.2.	Variable dependiente	23
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	24

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	25
3.2.	Nivel de investigación.....	25
3.3.	Métodos de investigación	25
3.4.	Diseño de investigación.....	25
3.4.1.	Tratamientos en estudio	25
3.4.2.	Descripción del campo experimental	26
3.4.3.	Procedimiento experimental.....	28
3.5.	Población y muestra	29
3.5.1.	Población.....	29
3.5.2.	Muestra.....	29
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.6.1.	Técnicas	29
3.6.2.	Instrumentos	29
3.6.3.	Datos registrados.....	30
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	34
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	35
3.9.	Tratamiento estadístico	35

3.9.1. Modelo aditivo lineal	35
3.9.2. Análisis de varianza	36
3.9.3. Prueba de Duncan	36
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	37

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	38
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	40
4.2.1. Porcentaje de emergencia.	40
4.2.2. Evaluaciones en planta.....	41
4.2.3. Periodo de cosecha	43
4.3. Prueba de hipótesis.....	57
4.4. Discusión de resultados	57

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Climograma de los meses de abril a agosto del 2018.	39
Figura 2. Limpieza y preparado del terreno.....	75
Figura 3. Delimitación del campo experimental.....	75
Figura 4. Preparación de los niveles de nitrato de calcio para la distribución en el campo.....	76
Figura 5. Distribución de la semilla y fertilizantes en el campo.....	76
Figura 6. Primer y segundo abonamiento.	77
Figura 7. Vista panorámica del campo experimental.....	77
Figura 8. Evaluación del número y peso de tubérculos.	78
Figura 9. Control fitosanitario del campo experimental.....	78
Figura 10. Supervisión de los jurados de tesis.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de nitrato de calcio	22
Tabla 2. Operacionalización de variables e indicadores.....	24
Tabla 3. Diseño de tratamientos utilizados en el experimento.....	26
Tabla 4. Uniformidad de la Planta	30
Tabla 5. Vigor de la Planta.....	31
Tabla 6. Apariencia del tubérculo.....	32
Tabla 7. Uniformidad del tubérculo	33
Tabla 8. Análisis de varianza	36
Tabla 9. Tabla de Duncan.....	36
Tabla 10. Comportamiento meteorológico por meses registrados en la localidad de estudio.....	39
Tabla 11. Análisis de varianza de porcentaje de emergencia.....	40
Tabla 12. Prueba de Duncan de porcentaje de emergencia.....	40
Tabla 13. Análisis de varianza de uniformidad de planta.....	41
Tabla 14. Prueba de Duncan de uniformidad de planta	42
Tabla 15. Análisis de varianza de vigor de planta	43
Tabla 16. Prueba de Duncan de vigor de planta	43
Tabla 17. Análisis de varianza de apariencia de tubérculo.....	44
Tabla 18. Prueba de Duncan de apariencia de tubérculo.....	45
Tabla 19. Análisis de varianza de uniformidad de tubérculo.....	46
Tabla 20. Prueba de Duncan de uniformidad de tubérculo.....	46
Tabla 21. Análisis de varianza de número de tubérculos comerciales categoría I / parcela.....	47
Tabla 22. Prueba de Duncan de número de tubérculos comerciales categoría I / parcela.....	48

Tabla 23. Análisis de varianza de número de tubérculos comerciales categoría II / parcela.....	49
Tabla 24. Prueba de Duncan de número de tubérculos comerciales categoría II / parcela.....	49
Tabla 25. Análisis de varianza de número de tubérculos no comerciales / parcela	50
Tabla 26. Prueba de Duncan de número de tubérculos no comerciales / parcela	51
Tabla 27. Análisis de varianza de peso de tubérculos comerciales categoría I / parcela	52
Tabla 28. Prueba de Duncan de peso de tubérculos comerciales categoría I / parcela	52
Tabla 29. Análisis de varianza de peso de tubérculos comerciales categoría II / parcela.....	53
Tabla 30. Prueba de Duncan de peso de tubérculos comerciales categoría II / parcela	54
Tabla 31. Análisis de varianza de peso de tubérculos no comerciales / parcela	55
Tabla 32. Prueba de Duncan de peso de tubérculos no comerciales / parcela	55
Tabla 33. Análisis de varianza de rendimiento Kg/ha.....	56
Tabla 34. Prueba de Duncan de rendimiento	57
Tabla 35. Datos de campo de porcentaje de emergencia	67
Tabla 36. Datos de campo de uniformidad de la planta	67
Tabla 37. Datos de campo de vigor de planta	67
Tabla 38. Datos de campo de apariencia de tubérculo	68
Tabla 39. Datos de campo de uniformidad de tubérculo	68
Tabla 40. Datos de campo de número de tubérculos comerciales categoría I / parcela	68
Tabla 41. Datos de campo de número de tubérculos comerciales categoría II / parcela	69
Tabla 42. Datos de campo de tubérculos no comerciales / parcela.....	69

Tabla 43. Datos de campo de peso de tubérculos comerciales categoría I / parcela .	69
Tabla 44. Análisis de varianza de peso de tubérculos comerciales categoría II / parcela.....	70
Tabla 45. Datos de campo de peso de tubérculos no comerciales / parcela	70
Tabla 46. Datos meteorológicos de temperatura mínima, máxima y humedad que se registraron en la localidad experimental - Abril.....	70
Tabla 47. Datos meteorológicos de temperatura mínima, máxima y humedad que se registraron en la localidad experimental - mayo	71
Tabla 48. Datos meteorológicos de temperatura mínima, máxima y humedad que se registraron en la localidad experimental - Junio	72
Tabla 49. Datos meteorológicos de temperatura mínima, máxima y humedad que se registraron en la localidad experimental - Julio	73
Tabla 50. Datos meteorológicos de temperatura mínima, máxima y humedad que se registraron en la localidad experimental - Agosto.....	74

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La papa (*Solanum tuberosum* L.), es uno de los cuatro cultivos de mayor importancia mundial; en el Perú es el principal cultivo alimenticio. Desde la época de los incas hasta la actualidad, ha servido como principal alimento y es necesario intensificar la tecnología del cultivo para aumentar los rendimientos por unidad de superficie. Según Egusquiza el año 2000, la superficie de siembra de papa en el mundo es de 18.31 millones de hectáreas con una producción 296.85 millones de toneladas, por otro lado, la superficie de siembra de papa en el Perú es de 251 000 ha con una producción de 9.7 t/ha.

La gran mayoría de los productores en el distrito de Paucartambo son pequeños productores, que utilizan extensiones menores a 1 ha., y cuya producción y rentabilidad se ven afectados por varios factores, entre los que destacan: variedades de bajo potencial de rendimiento, susceptibilidad a enfermedades y plagas, poco uso de semillas de calidad y asistencia técnica; debido a la escasez de recursos económicos, a la falta de información oportuna de mercado y a un inequitativo acceso al recurso hídrico.

En el distrito de Paucartambo los agricultores vienen sembrando variedades del cultivo de papa las cuales son cultivadas de forma empírica en

cuanto a la dosis de fertilización debido a que sus suelos no son analizados; llevando a un desconocimiento en la aplicación de fertilizantes teniendo como resultado la deficiencia o excesivo aporte de nutrientes por parte de las plantas.

Enfocándonos en la observación de este problema se ha propuesto realizar un trabajo de investigación en la evaluación del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en la obtención de un alto rendimiento de acuerdo a la dosis de fertilización empleado con el fin de mejorar los ingresos económicos siendo sustentable en el desarrollo y en la calidad de vida del agricultor.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación geográfica

El experimento se desarrolló en el lugar denominado Poxogan, ubicado en el Distrito de Paucartambo, provincia y región de Pasco.

1.2.2. Delimitación temporal

El presente trabajo de investigación estuvo comprendido de los meses de abril a agosto del año 2018.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de aplicación de nueve niveles de nitrato de calcio en el cultivo de papa variedad canchan INIA bajo condiciones de Paucartambo – Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál de los nueve niveles de nitrato de calcio presentará un mejor desarrollo vegetativo en el cultivo de papa variedad Canchan INIA bajo condiciones de Paucartambo – Pasco?
- ¿Qué nivel de nitrato de calcio en estudio presentará mayor rendimiento en el cultivo de papa variedad Canchan INIA bajo condiciones de Paucartambo?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación de nueve niveles de nitrato de calcio en el cultivo de papa variedad. Canchan INIA bajo condiciones de Paucartambo – Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el desarrollo vegetativo del cultivo de papa variedad. Canchan INIA en los nueve niveles de nitrato de calcio bajo condiciones de Paucartambo - Pasco.
- Comparar los rendimientos de los nueve niveles de calcio en el cultivo de papa variedad. Canchan INIA bajo condiciones de Paucartambo – Pasco.

1.5. Justificación de la investigación

Desde el punto de vista social el presente trabajo se justifica debido a que el distrito de Paucartambo es una de las principales zonas de producción del cultivo de papa en la región Pasco y como tal existe una inadecuada e incompleta aplicación de fertilizantes en macro y micro nutrientes, incrementando los costos de producción y provocando desordenes nutricionales; por lo que para obtener un buen rendimiento en el cultivo de papa los niveles de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio presentes en el suelo deben ser equilibrados.

La justificación desde lo científico es que el calcio es un elemento fundamental para la estructura y variados procesos metabólicos de la planta; es absorbido por las raíces desde la solución del suelo como ion Ca^{++} , además es un elemento que tiene escasa movilidad por el floema, es decir que la traslocación desde brotes u hojas hasta las raíces o tubérculos es casi nula, motivo por el que la aplicación del elemento vía suelo/riego es fundamental para abastecer tubérculos (Del Pino, s.f.)

Asimismo, en papa un correcto aporte de calcio es crucial para un adecuado desarrollo, dado que mejorará la estructura celular de la planta, disminuye la incidencia de enfermedades (tizón), le da mayor resistencia a la deshidratación de los tubérculos, mejora el vigor y aumenta la tolerancia al estrés dado que el calcio ayuda a mantener una interacción hormonal más equilibrada, mejor suberización de tubérculos y potencia el desarrollo del color en papas rojas.

1.6. Limitaciones de la investigación

Una de las principales limitaciones que se tuvo durante la ejecución del presente trabajo de investigación fue la falta de personal de campo para la realización de las diferentes labores culturales con las que cuenta el cultivo de papa y la poca información en cuanto a la utilización de este fertilizante en diferentes etapas del desarrollo vegetativo en dicho cultivo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Mollinedo, (2014), realizó el trabajo de investigación en el departamento de Alta Verapaz, en los municipios de Santa Cruz, San Juan Chamelco y Cobán, Guatemala, con el objetivo de evaluar tres programas de fertilización en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Loman. El primer programa de fertilización evaluado consistió en fertilizantes granulados más la adición de sustancias húmicas al 8% (ácidos húmicos granulados), más gallinaza a una dosis de 3.24 t/ha. El segundo programa, un testigo local, la fertilización que realizan comúnmente los agricultores en la zona que consiste en la utilización de gallinaza, a una dosis de 7.79 t/ha, y un tercer programa, fertilizantes granulados más gallinaza a una dosis de 3.24 t/ha. Las parcelas de evaluación se establecieron en campos de agricultores; no se utilizó diseño experimental. Las variables de estudio fueron, rendimiento total (t/ha) de tubérculos en cada tratamiento y localidad. Calidad en relación al tamaño, haciendo una clasificación de primera, segunda y tercera, tomando en cuenta el largo y el diámetro de los tubérculos, y un análisis financiero de producción para cada tratamiento y localidad. Los resultados obtenidos se evaluaron estadísticamente mediante una prueba de medias, realizando una prueba t-student pareada. De

acuerdo con los resultados, no hubo diferencias estadísticas entre los tres planes de fertilización evaluados; sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron en la localidad finca Proyecto Liquidámbar, San Juan Chamelco, con un rendimiento medio de 34 toneladas de papa de primera y segunda calidad por hectárea (ha). Económicamente el mejor tratamiento fue el tratamiento tres que consta de la interacción; fertilizantes granulados más gallinaza, con una rentabilidad de 50.44% y una relación beneficio/costo de 1.50.

Punina (2013) en su trabajo de investigación “Evaluación agronómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) C.V. “fripapa” a la aplicación de tres abonos completos” realizado en Ecuador, concluyó que, la aplicación de abonos completos hidrosolubles balanceados Yaramila en el nivel (N5) (400 kg/ha de Yaramila Complex a la siembra, 200 kg/ha de Yaramila Hidrán a los 60 días de la siembra, 200 kg/ha de Yaramila Integrador a los 90 días de la siembra), produjo los mejores resultados, incrementando el crecimiento y desarrollo de las plantas, como la producción de tubérculos, al obtenerse: mayor porcentaje de emergencia (99,75%), mayor crecimiento en altura de planta (59,45 cm), mejor número de tubérculos por planta (17,50), de mayor peso de tubérculos por planta (3,42 kg) y mejor rendimiento (53,42 t/ha), a más de ser uno de los más precoces a la cosecha (185,00 días), por lo que es el nivel apropiado para la aplicación de macro y micro nutrientes para elevar la producción y productividad del cultivo de papa, C.v. Fripapa, en la parroquia Pilahuín. Por su parte, con la aplicación de abonos completos hidrosolubles balanceados Yaramila en el nivel (N3) (300 kg/ha de Yaramila Complex a la siembra, 150 kg/ha de Yaramila Hidrán a los 60 días de la siembra, 150 kg/ha de Yaramila Integrador a los 90 días de la siembra), se obtuvieron buenos resultados, especialmente en el porcentaje de emergencia (96,50%) y número de tubérculos por planta (14,90). Por otro lado, estos tratamientos reportaron entre los menores peso de

tubérculos por planta (2,71 kg), consecuentemente fue uno de los tratamientos con menor rendimiento (42,48 t/ha).

Chávez, (2005), realizó un trabajo en el municipio de Sololá, Guatemala, que consistió en comparar la aplicación de enmiendas de cal agrícola y aspersiones foliares de calcio, magnesio y boro comparando con la fertilización tradicional que comúnmente se realiza en el cultivo de la papa en el departamento de Sololá. La evaluación del ensayo consistió en comparar la fertilización tradicional parcela "A", con respecto a la fertilización balanceada parcela "B", cada uno con una área de 200 m²; en el método tradicional los agricultores utilizan fertilizantes granulados 15-15-15 a una dosis de 943.50 Kg/ha, sin aplicación de cal para enmienda del suelo, mientras en la fertilización balanceada se aplicó además del 15-15-15, cal agrícola con 35.5% de calcio y 15.0% de magnesio, a una dosis de 454.50 Kg/ha y aplicaciones de calcio y boro vía foliar (100cc/bomba de 4 galones). Con el método tradicional parcela "A" la producción fue de tres calidades, 200.89 Kg; 112.72 Kg y 64.54 Kg respectivamente para un total de 378.15 Kg. Para definir la calidad de la producción se tomó en cuenta el largo y diámetro de los tubérculos: Primera calidad largo de 10 cm y diámetro de 6 cm; Segunda calidad largo de 6 cm y diámetro de 3 cm, y la Tercera calidad largo de 3 cm y diámetro de 2 cm. En la parcela "B" la producción se redujo a 2 calidades y se obtuvo los siguientes resultados: 740.83 Kg y 48.18 Kg para un total de 789.01 Kg. Con este ensayo se comprobó que la fertilización balanceada demostró un incremento en la producción y en la calidad de la cosecha comparada con lo que tradicionalmente hacen los agricultores usando fertilizaciones tradicionales sin aplicación de calcio, boro y magnesio vía foliar ni cal agrícola al suelo.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. El cultivo de papa

A. Generalidades del cultivo de papa

La mayor diversidad genética de papa *Solanum tuberosum* cultivada y silvestre se encuentra en las tierras altas de los Andes de América del Sur (**Pumisacho y Sherwood, 2002**).

La papa es un alimento muy nutritivo que desempeña funciones energéticas debido a su alto contenido en almidón, así como funciones reguladoras del organismo por su elevado contenido en vitaminas, minerales y fibras, además tiene un buen contenido de proteínas, presentando estas un buen valor biológico relativamente alto dentro de los alimentos de origen vegetal (**CONPAPA, 2017**).

Los rendimientos dependen del nivel de tecnología usada, principalmente por el empleo de semilla certificada, variedades mejoradas, fertilizantes, nivel de mecanización, adecuadas prácticas agronómicas, riego tecnificado, ocurrencia de factores abióticos y el control efectivo de plagas y enfermedades (**Ministerio de Agricultura, 2013**).

B. Importancia

La papa ocupa el tercer lugar a nivel mundial entre los cultivos alimenticios de mayor importancia. Es uno de los cultivos más difundidos, ya que se cultiva en más de 130 países y su producción se ha incrementado considerablemente en la última década, con un volumen total de 321.696.483 Tn en el año 2007 (**FAO, 2008**).

La importancia de la papa radica en que sus tubérculos son parte de la dieta de millones de personas a nivel mundial, contiene 80% de agua y la materia seca constituida por carbohidratos, proteínas, celulosa, minerales, vitaminas A y C proporcionan una dieta

balanceada, además son utilizadas en la industria para la producción de almidón, comidas rápidas, papas a la francesa, chips, hojuelas y puré (Rios, 2007).

Por lo tanto, es un cultivo muy recomendado para la seguridad alimentaria, que puede ayudar a los países de bajos ingresos a compensar los problemas causados por el aumento de los precios de los alimentos (FAO, 2008).

C. Clasificación taxonómica

Huamán (1986), basándose en las características florales, reporta que la papa ha sido clasificada de acuerdo al sistema siguiente:

Reino:	Vegetal
Tipo:	Espermatofitas o fanerógamas
Sub tipo:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledóneas
Sub clase :	Simpétalos
Orden:	Tubiflorales
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Sub género:	Leptostemonum
Sección:	Tuberanum (petota)
Sub sección:	Hyperbasarthum
Serie:	Tuberosa
Especie:	<i>Solanum tuberosum</i> L.

D. Descripción botánica

✓ La raíz.

Son fibrosas, muy ramificadas, finas y largas. Las raíces tienen un débil poder de penetración y sólo adquieren un buen desarrollo en un suelo mullido (Villafuerte, O. 2008).

✓ **El tallo.**

Según Montaldo (1984), los tallos son herbáceos, de color verde y que en corte de sección transversal son huecos y triangulares. Se considera como un tallo principal el que crece directamente del tubérculo madre y como secundarios los que provienen del tallo principal.

✓ **Las hojas.**

Las hojas adultas son pinnadas compuestas, aunque las hojas primarias de las plantas, así como las primeras hojas provenientes del tubérculo pueden ser simples. Las hojas están compuestas por pequeños pelos de diversos tipos los cuales también se encuentran presentes en las demás partes de la planta. (Sánchez, 2003).

✓ **La flor.**

Las flores son pentámeras, de colores que varían del blanco al morado, poseen estilo y estigma simple y un ovario bilocular. El número de flores es variable y depende del cultivar que se trate, lo mismo se puede decir de los frutos que se forman a partir de ellas (CENTA, 2002).

✓ **El fruto.**

Las bayas son amarillas o castaño amarillentas, de tamaño pequeño y uniformes, sus formas pueden ser alargadas, ovaladas o cónicas. Estas pueden contener entre 0 a 400 semillas (Contreras, 2006).

✓ **El tubérculo.**

Los tubérculos son tallos modificados y constituyen los órganos de reserva de la planta; varían en tamaño, forma y color de la piel y pulpa (Tapia y Fries, 2007).

Los tubérculos son de forma oblonga, piel de color rosado intenso, sin color secundario, pulpa amarilla. Ojos superficiales y bien distribuidos. La dormancia de la semilla es de 120 días (Cuesta, 2006).

E. Manejo agronómico

✓ **Preparación del suelo.**

La preparación del suelo, es decir la ruptura y el desterronado, tiene el objetivo de obtener un estado mullido y sin terrones grandes. Esta preparación depende si el suelo ha estado con pastos (de romper) o si sigue a un cultivo anterior (Tapia, 2007) La preparación del terreno depende del tipo de suelo, condiciones climatológicas, humedad, y pendiente (Pumisacho y Sherwood, 2002).

✓ **Siembra.**

Una vez que la semilla está brotada y desinfectada se procede a la siembra. Esta labor se realiza depositando la semilla al fondo del surco; la distancia de la siembra depende de la variedad, inclinación del terreno y del objetivo de la siembra (para consumo o semilla). El tape se puede hacer con azadón o yunta, tratando que la capa de suelo depositada sobre la semilla no sea mayor a 15 centímetros. (Lindao, V. 1991).

✓ **Deshierbo.**

Las malezas compiten con la papa por agua, nutrientes y espacio, además, de que hospedan enfermedades que pueden atacar el cultivo. Los primeros treinta días de emergencia de los tallos, son claves en cuanto a la competencia, por lo tanto en este período debemos realizar un eficiente control de malezas para evitar los bajos rendimientos. (Sánchez, 2003).

✓ **Riego.**

Dependiendo de la zona y época de siembra se requieren riegos para adelantar la siembra; es aconsejable efectuar los riegos complementarios antes del aporque y cuidar el manejo adecuado del agua evitando la erosión en terrenos ubicados en pendiente. La papa es muy susceptible al exceso de humedad (Tapia, 2007).

✓ **Aporque.**

El aporque se realiza en forma manual a los 45 a 50 días después de la siembra; al mismo tiempo se efectúa la fertilización complementaria; a los 60 días se procede al aporque del cultivo. El aporque ayuda a cubrir adecuadamente los estolones creando un ambiente propicio para la tuberización; asimismo, permite el control de malezas, proporciona sostén a la planta y facilita la cosecha (Pumisacho y Sherwood, 2002).

✓ **Cosecha.**

La cosecha se la realiza cuando la mayor parte de las hojas muestran un color amarillento, ha perdido la totalidad de las hojas o no muestra follaje verde. Los tubérculos están maduros cuando al hacer una ligera presión con la yema de los dedos no se desprenda su piel (Egúsqiza, B 2000).

La cosecha se realiza después de 20 días de haber cortado los tallos. La cosecha a mano es muy laboriosa y requiere además un proceso posterior de clasificación, tanto para la selección de semilla, como para separar las papas de primera y de segunda calidad y las de descarte (Tapia, 2007).

F. Principales plagas y enfermedades

Calderón (1988), menciona los siguientes agentes bióticos que producen daño al cultivo de papa:

✓ **Plagas**

Gusano blanco de la papa (*Prepnotrypes vorax* Hust), gusano negro trozador (*Agrotis ypsilon* Rott), Cutzo (*Barotheus*), Pulguilla (*Epritis* sp.), Trips (*Frankliniella*), minador de la hoja (*Liriomyza quadrata* Malloch), saltones (*Empoasca* sp.), chinches de la hoja (*Proba sallei*) y (*Rhinacloa* sp.), pulgones (*Myzuz persicae*) y (*Macrosiphum euphorbiae*).

✓ **Enfermedades:**

Lanosa (*Rosellinia* sp.), Rizoctonia (*Rhizoctonia solani* Kuhn), Sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*), Lancha (*Phytophthora infestans* Mont), Roya (*Puccinia pittieriana* Hern), Septoriosis (*Septoria lycopersici*), Lancha temprana (*Alternaria solani*), Mal blanco (*Sclerotinia sclerotium*), Mosaico leve Agente causal (VXP), Mosaico severo Agente causal (VYP), Mosaico Rugoso Interacción VXP y VYP, Enrollamiento Agente causal (VEHP), Pie negro (*Erwinia Carotovora*), Sarna común (*Streptomyces scabies* Thox).

✓ **Fertilización**

Según el INIAP (2011), la fertilización del cultivo de papa varía en cada provincia y de acuerdo a la capacidad económica del agricultor, además de los diferentes suelos, a su origen y manejo. Los requerimientos nutrimentales del cultivo de papa son altos, un rendimiento de 56 t/ha de papa, extrae alrededor de 300-100 y 500 kg/ha de N-P₂O₅ y K₂O, respectivamente;

razón por la cual la papa requiere del uso de fertilizantes para obtener producciones satisfactorias.

El mismo autor menciona que para conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo se realizan las siguientes recomendaciones de fertilización. En suelos deficientes en azufre (16 ppm) se recomienda la aplicación de azufre al suelo, usando sulphomag, sulfato de potasio y azufre elemental en dosis de 30 a 60 kg/ha, se usa el análisis químico; que a la vez, provee la información necesaria para realizar la correcta dosificación.

Pumisacho y Sherwold (2002) expresan que la extracción de nutrientes del suelo por el cultivo de la papa depende de la variedad, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, rendimiento y manejo del cultivo. La extracción total del fósforo es inferior a la de nitrógeno y potasio. Sin embargo, debido al alto grado de fijación del fósforo en los suelos del país, las cantidades de fertilizantes fosfatados aplicados al suelo en el Ecuador son mayores a las de nitrógeno y potasio. La mayor demanda nutricional del cultivo de papa se presenta a partir de los 50 días, cuando inicia la tuberización y crecimiento del follaje.

G. El calcio en plantas

Todos los suelos agrícolas contienen calcio procedente de las rocas originarias, dominando entre los demás cationes. La mayor o menor cantidad se refleja en el grado de saturación de la arcilla, cuyo indicador es el pH del terreno (Gutiérrez, 1995). y es parte constituyente de las sales en la solución del suelo. En el interior de la planta es un elemento poco móvil interviniendo en la forma de los pectatos de calcio de la laminilla media de las células que intervienen

en el proceso de absorción de los elementos. El calcio forma sales con los Ácidos orgánicos e inorgánicos del interior de las células regulando la presión osmótica de la misma. Interviene en la formación de la lecitina, que es el fosfolípido importante en la membrana celular, siendo un factor importante en la permeabilidad de estas membranas.

El calcio es absorbido por las plantas en su forma catiónica Ca^{++} Igualmente actúa en la división mitótica de las células, en el crecimiento de los meristemos y en la absorción de nitratos (Rodríguez, 1992).

El calcio es esencial, aunque parcialmente puede ser sustituido por el estroncio, según Rojas (1979). Este macroelemento ha sido grandemente asociado con la regulación de los procesos de maduración de frutos y vida de almacenamiento post-cosecha.

Las carencias de calcio se manifiestan según Rodríguez (1992), con una menor capacidad de síntesis de proteínas en las plantas, menor desarrollo radical, clorosis marcada en hojas principalmente jóvenes, poco crecimiento de los tallos y hojas.

H. Mecanismos de absorción de los nutrientes

Rodríguez (1982) señala que los nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas y estos se encuentran en forma de iones en el suelo. A estos iones se los puede encontrar de diversas maneras: en la saturación acuosa del suelo, en donde son fácilmente asimilados por la planta. En los coloides que forma el suelo, ahí se encuentran los iones absorbidos por las atracciones eléctricas de los coloides inorgánicos y orgánicos y las cargas de los distintos iones. En la estructura cristalina de los coloides, donde están fuertemente integrados. Las sales nutritivas al entrar en la solución tienden a

disociarse en sus partes conformantes que son los aniones de carga negativa y los cationes de carga positiva.

ANIONES	CATIONES
Nitrato (NO_3^-)	Aluminio (Al^+)
Sulfato($\text{SO}_4^{=}$)	Bario (Ba^{++})
Bicarbonato (CO_3H^-)	Estroncio (Sr^{++})
Cloruros (Cl^-)	Calcio (Ca^{++})
	Magnesio (Mg^{++})
	Potasio (K^{++})
	Amonio (NH_4^+)
	Sodio (Na^+)
	Litio (Li^+)

Fuente: Rodríguez 1982.

Por ello, las plantas utilizan estos iones que se encuentran en estas soluciones acuosas del suelo y los absorbidos en la superficie de las partículas coloidales. Las plantas aprovechan con mayor facilidad los iones de las soluciones edáficas, en cambio los absorbidos en los coloides son más difíciles en un aprovechamiento directo, siendo intercambiables con la solución del suelo.

I. Rendimiento

La formación de tubérculos en papa depende, entre otras cosas, de la disponibilidad de asimilados y de la habilidad que estos tienen para acumularlos. El rendimiento se entiende como un proceso fisiológico complejo determinado por el genotipo, el ambiente y la interacción de éstos (Milton y Allen, 1995).

La edad fisiológica y el tamaño de la semilla-tubérculo empleada durante la siembra, son dos de los caracteres que están altamente

asociados con los diferentes componentes del rendimiento en muchos cultivares de papa (Arsenault y Cristie, 2004); aunque en algunas investigaciones se ha observado que el rendimiento total en la mayoría de las variedades no es afectado por el peso de la semilla-tubérculo, siempre que en etapas iniciales de crecimiento, el cultivo haya estado libre de factores adversos (Allen *et al.*, 1992).

El rendimiento desde el punto de vista fisiológico, es el producto de tres distintos procesos. El primero ocurre después de la siembra, en donde los tallos crecen de las yemas u ojos de la semilla-tubérculo; el segundo se presenta cuando los tubérculos son formados en los ápices de los estolones, los que se desarrollan de las yemas basales del tallo, y en el tercer proceso, los tubérculos entran en un periodo de crecimiento activo hasta que alcanzan la máxima acumulación de materia seca. Por lo que el número de tallos por semilla-tubérculo, número de tubérculos por tallo y el peso promedio del tubérculo, son los tres componentes que definen el rendimiento final (Zvomuya y Rosen, 2002).

En otros estudios, se ha observado que la semilla-tubérculo de mayor tamaño tiende a producir mayor número de tallos y tubérculos por planta (Arsenault y Cristie, 2004), y que estos dos componentes podrían ser útiles como un pronóstico rápido del rendimiento del cultivo (Lynch *et al.*, 2001). Sin embargo, el aumento en el número de tallos por planta puede reducir el rendimiento, ya que se incrementa la proporción de tubérculos pequeños (Iritani *et al.*, 1983); sobre todo en regiones en condiciones ambientales limitantes.

2.2.2. Características del producto

A. Identificación del producto

Nombre comercial:	Yara Liva NITRABOR
Nombre común:	Fertilizante para aplicación edáfica, foliar o fertirriego.
Tipo de formulación:	Cristales solubles.
Composición:	
Nitrógeno Total (Nt):	15,0 %
Nitrógeno Nítrico (N):	15,0 %
Calcio (CaO):	26,0 %
Conductividad Eléctrica (C.E.):	7,0 dS/m
Solubilidad en Agua a 20° C:	122 g/100 ml
pH en Solución al 10:	6,64

- **Modo de acción**

Fertilizante en cristales solubles, para aplicación edáfica, foliar o en fertirriego como fuente de Nitrógeno y Calcio para todo tipo de cultivo, tanto en materiales inertes como en cultivos en suelo.

<https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/productos/yaraliva/yaraliva-nitrabor/>

- **Recomendaciones de uso y manejo**

Se recomienda su aplicación por prescripción de un Ingeniero Agrónomo con base en el análisis de suelos o foliar. Para la aplicación y dosificación de este fertilizante se debe tener en cuenta: edad del cultivo, tipo de sustrato, fertilizantes a mezclar y frecuencia de aplicación.

<https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/productos/yaraliva/yaraliva-nitrabor/>

- **Importancia y beneficios del producto**

Fuente de alta concentración de Calcio y Nitrógeno indicada para aplicación edáfica, foliar o mediante sistemas de fertirriego. Previene malformaciones en frutos, hojas o tubérculos y mejora la calidad y vida en poscosecha de los frutos. La extracción continua por parte de los cultivos de Nitrógeno y Calcio contribuye al empobrecimiento de los suelos, provocando desbalances y problemas de deficiencia de estos nutrimentos. Fertilizante en forma de cristales solubles con un alto poder de dispersión y fácil aplicación de manera foliar. Debido a su elevado nivel de solubilidad puede aplicarse a través de sistemas de fertirriego sin problemas de taponamiento de los sistemas de riego. <https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/productos/yaraliva/yaraliva-nitrabor/>

2.2.3. Características de la variedad de papa Canchan INIA

Según **Vizcardo** (2011), las características de la variedad de papa Canchan INIA son las siguientes:

A. Origen

La variedad Canchan-INIAA fue originada en el CIP en 1980 y desde 1982 se iniciaron las evaluaciones en el departamento de Huánuco (Mayobamba). Este clon proviene del cruzamiento, como progenitor femenino, cuya resistencia deriva de Black (*Solanum tuberosum* x *Solanum demisum*) y la variedad Libertas (*Solanum tuberosum*) y el progenitor masculino Murillo III – 80 que proviene del cruzamiento de dos cultivares nativos (*Solanum ajanhuiri* x *Solanum andigena*) que aportan tolerancia a heladas y resistencia de campo a la racha.

B. Información general

- Nombre científico : *Solanum tuberosum*
- Abundancia : Común
- Ploidía : $2n=4x=48$

C. Características morfológicas de planta

- Hábito de crecimiento : Erecto
- Vigor : Presenta plantas vigorosas
- Altura promedio : 90 cm.
- Tallos : 4-6 por planta, de color verde claro.
- Hojas : Tamaño mediano, verde claro.
- Flores : Color lila, escasa floración.
- Bayas : Escasas
- Estolones : Presenta desarrollo radicular bueno con estolones cortos.

D. Características morfológicas de tubérculo

- Forma : Redonda
- Número : 14-25 por planta
- Tamaño : Mediano a grandes.
- Ojos : Superficiales
- Color de piel : Rojo
- Color de pulpa : Blanco
- Peso específico : 25% de materia seca
- Periodo vegetativo : 120 días, semi tardío
- Clima : Sierra media, 2000 – 2700 msnm.

E. Rendimiento

Rendimientos de hasta 1,5 kg por planta y de 40 a 50 t/ha. En condiciones experimentales y de incidencia del hongo, así como en predios de

agricultores, se han obtenido rendimientos de hasta 30 t/ha (Gástelo, Roncal y Figueroa, 2005).

2.3. Definición de términos básicos

- ✓ **Fertilización**; definimos fertilización como "suplir nutrientes a la planta para cumplir su ciclo de vida", es decir, abastecer y suministrar los elementos inorgánicos u orgánicas al suelo para que la planta los absorba. Se trata, por tanto, de un aporte artificial de nutrientes.

Herrera, E. (2009), menciona que la fertilización química en los cultivos es uno de los factores que contribuye a mejorar el rendimiento pues subsana la extracción de nutrientes absorbidos por la planta, de ahí la importancia de una constante provisión de nutrientes que se puede lograr con la adición de fertilizantes químicos de modo racional, combinados con fertilizantes orgánicos para poder conservar la fertilidad del suelo.

- ✓ **Fertilizante**; Tipo de sustancia o mezcla química, natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal.

Un fertilizante químico es un producto que contiene, por los menos, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo de vida. La característica más importante de cualquier fertilizante es que debe tener una solubilidad mínima en agua, para que, de este modo pueda disolverse en el agua de riego, ya que la mayoría de los nutrientes entran en forma pasiva en la planta, a través del flujo del agua (boletinagrario.com).

- ✓ **Rendimiento**; La cantidad de productos que un agricultor obtiene por cada unidad de superficie que cosecha se le llama rendimiento, y se expresa en kilogramos por hectárea.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La aplicación de nueve niveles de nitrato de calcio tendrá efectos significativos en el cultivo de papa variedad Canchan INIA bajo condiciones de Paucartambo – Pasco.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Los nueve niveles de nitrato de calcio presentan diferencias estadísticas significativas en el desarrollo vegetativo del cultivo de papa var. Canchan INIA bajo condiciones de Paucartambo - Pasco.
- La evaluación de las dosis de nitrato de calcio en el cultivo de papa var. Canchan INIA permitirá identificar al de mayor rendimiento para las condiciones de Paucartambo.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente:

A. Niveles de nitrato de calcio

Tabla 1. Niveles de nitrato de calcio

	Niveles	Clave
A.	100 kg/ha de nitrato de calcio al aporque.	T1
A.	200 kg/ha de nitrato de calcio al aporque.	T2
B.	300 kg/ha de nitrato de calcio al aporque.	T3
C.	100 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra.	T4
D.	200 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra.	T5
E.	300 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra.	T6
F.	50 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra y 50 kg/ha de nitrato de calcio al aporque.	T7
G.	100 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra y 100 kg/ha de nitrato de calcio al aporque.	T8
H.	150 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra y 150 kg/ha de nitrato de calcio al aporque.	T9
I.	Testigo sin aplicación de nitrato de calcio.	T10

2.5.2. Variable dependiente

Los componentes de rendimiento de las plantas de papa de la variedad Canchan INIA, y son los siguientes:

- Porcentaje de emergencia (%)
- Uniformidad de la Planta
- Vigor de la Planta
- Apariencia del tubérculo
- Uniformidad del tubérculo
- Número de tubérculos comerciales categoría I/parcela
- Número de tubérculos comerciales categoría II/parcela
- Número de tubérculos no comerciales/parcela
- Peso de tubérculos comerciales categoría I/parcela
- Peso de tubérculos comerciales categoría II/parcela
- Peso de tubérculos no comerciales/parcela

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 2. Operacionalización de variables e indicadores

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL			INSTRUMENTOS
		DIMENSIÓN O FACTOR A MEDIR	INDICADOR	VALORES ESCALARES	
V.I. Niveles de aplicación de nitrato de calcio.	Cantidad de fertilizante aplicado a la planta de acuerdo a las necesidades.	Cantidad de fertilizante.	Incremento de nutrientes en el suelo.	En %.	Métodos e instrumentos analíticos.
			Porcentaje de emergencia.	En %.	Métodos analíticos.
			Uniformidad de la Planta	Valores: 1.3.5.7.y 9.	Métodos analíticos.
			Vigor de la Planta	Valores: 1.3.5.7.y 9.	Métodos analíticos.
			Apariencia del tubérculo	Valores: 1.3.5.7.y 9.	Métodos analíticos.
			Uniformidad del tubérculo	Valores: 1.3.5.7.y 9.	Métodos analíticos.
			Número de tubérculos comerciales categoría I/parcela	En unidades.	Métodos e instrumentos analíticos.
			Número de tubérculos comerciales categoría II/parcela	En unidades.	Métodos e instrumentos analíticos.
			Número de tubérculos comerciales/parcela	En unidades.	Métodos e instrumentos analíticos.
			Peso de tubérculos comerciales categoría I/parcela	En gr/m ² .	Balanza analítica.
V.D. Rendimiento	Expresión fenotípica resultante de los procesos fisiológicos que se reflejan en la morfología y fisiología de la planta (Kohashi 1990).	Características fenotípicas del cultivo en estudio.	Peso de tubérculos comerciales categoría II/parcela	En gr/m ² .	Balanza analítica.
			Peso de tubérculos comerciales categoría I/parcela	En gr/m ² .	Balanza analítica.
			Peso de tubérculos comerciales/parcela	En gr/m ² .	Balanza analítica.
			Peso de tubérculos comerciales/parcela	En gr/m ² .	Balanza analítica.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es experimental y aplicada, usa el método científico con el apoyo de la estadística inferencial.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación utilizado es el explicativo experimental

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación empleado en el presente trabajo es el experimental.

3.4. Diseño de investigación

La presente investigación es unifactorial y fue conducido con un diseño de bloques completos al azar, con 10 tratamientos y 4 bloques o repeticiones, haciendo un total de 40 parcelas.

3.4.1. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio de la presente investigación unifactorial se muestran en el cuadro siguiente.

Tabla 3. *Diseño de tratamientos utilizados en el experimento.*

TRATAMIENTOS	NIVELES DE NITRATO DE CALCIO
T1	100 kg/ha de nitrato de calcio al aporque
T2	200 kg/ha de nitrato de calcio al aporque
T3	300 kg/ha de nitrato de calcio al aporque
T4	100 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra.
T5	200 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra.
T6	300 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra.
T7	50 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra y 50 kg/ha de nitrato de calcio al aporque.
T8	100 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra y 100 kg/ha de nitrato de calcio al aporque.
T9	150 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra y 150 kg/ha de nitrato de calcio al aporque.
T10	Testigo sin aplicación de nitrato de calcio.

3.4.2. Descripción del campo experimental

Campo experimental

Largo	: 47.00 m
Ancho	: 19.00 m.
Área Total experimental	: 893.00 m ²
Área neta experimental	: 630.00 m ²
Área de calles	: 263.00 m ²

Bloques

Numero de bloques	: 4
Largo de bloque	: 45.00 m
Ancho de bloque	: 3.50 m
Área total de bloque	: 157.50 m ²

Parcelas

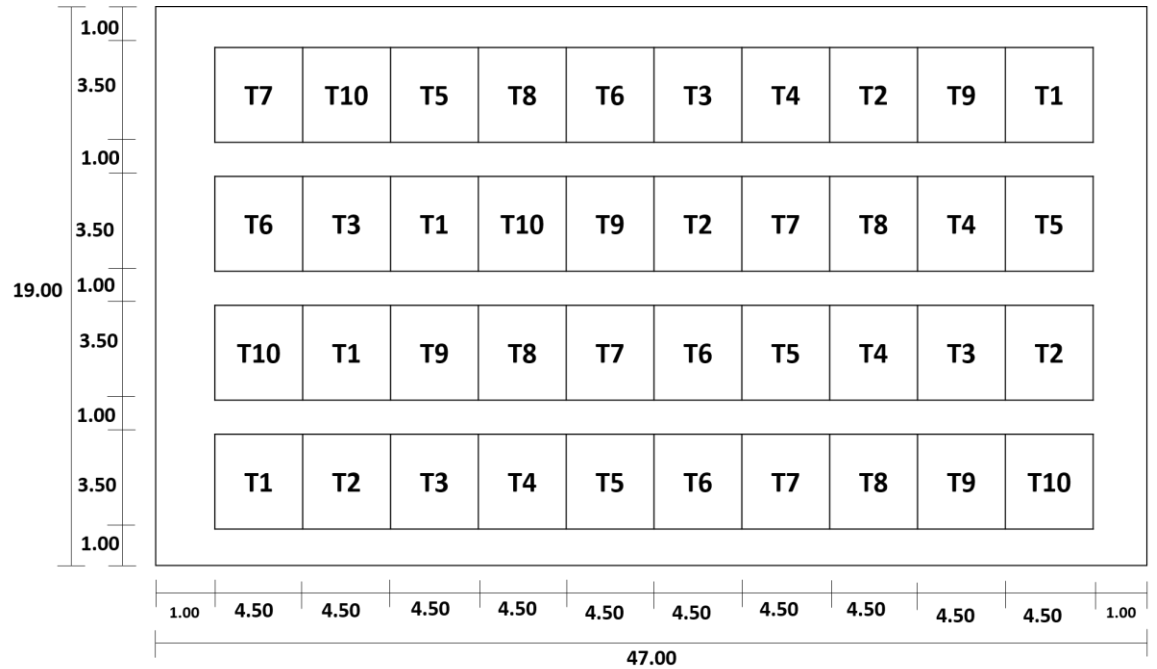
Numero de parcelas	: 10
Surcos/hileras	: 5
Distancia entre surcos	: 0.90 m
Distancia entre plantas	: 0.35 m

Largo de parcela : 4.50 m.

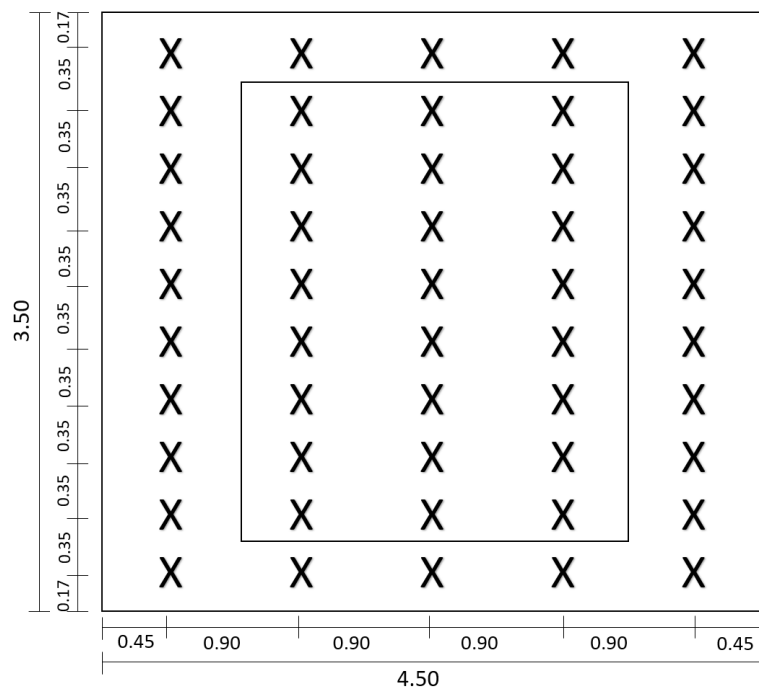
Ancho de parcela : 3.50 m.

Área de parcela o tratamiento : 15.75 m²

A. Croquis de experimento



B. Detalle de parcela



3.4.3. Procedimiento experimental

a) Material vegetal

Para el presente trabajo se utilizó la variedad Canchan INIA, la semilla fue de categoría común, que se adquirió (en el distrito de Paucartambo) de la misma zona en estudio con un peso aproximado de 40 gramos.

b) Preparación del suelo

Se realizó con una remoción total del terreno con la yunta y el arado, luego se surcaron a una distancia de 0.90 m., posteriormente se hizo la demarcación del terreno para la siembra.

c) Incorporación de materia orgánica

Se incorporó materia orgánica a razón de 10 t/ha, tomando la fuente de materia orgánica la gallinaza a una cantidad de 15.75 kg por unidad experimental.

d) Siembra

La siembra fue manual dejando una semilla por golpe a una distancia de 0.40 m entre semilla y semilla y 0.90 m entre surcos, seguido la aplicación de la gallinaza y fertilización, luego se hizo un ligero tapado con tierra, para finalmente colocar la semilla y dar un tapado con herramienta manual.

e) Fertilización

Se tomó una dosis de fertilización de 200– 180 - 100, que es la dosis más recomendada para el cultivo de papa en sierra además se incorporó nitrato de calcio que es materia de la investigación.

f) Labores culturales

Se realizaron dos aporques, el primero a la segunda semana de emergencia de las plantas, el segundo en la etapa de tuberización del cultivo.

g) Control fitosanitario

Para el control de Plagas se usó Cipermetrina (Sherpa) y Lambdacihalotrina (Karate), y otros plaguicidas según sea la presencia de plagas.

h) Datos meteorológicos

En el experimento y en las parcelas de observación se colocó una estación meteorológica el cual midió la temperatura ambiental y la humedad relativa.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población total del presente experimento está constituida por 2000 tubérculos de papa de la variedad Canchan INIA, distribuidos en las 40 parcelas o unidades experimentales.

3.5.2. Muestra

La muestra está conformada por 24 plantas por unidad experimental, de los tres surcos centrales de cada una de las parcelas haciendo un total de 960 plantas por experimento.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

La técnica de recolección de datos para el porcentaje de emergencia, las evaluaciones en planta y en el periodo de cosecha fue mediante observaciones y mediciones sistemáticas programadas y controladas, las mismas que se hicieron en forma manual.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados fueron:

- ✓ Fichas.
- ✓ Escalas de evaluación.
- ✓ Cuaderno de campo.

- ✓ Balanza.
- ✓ Formatos de cuadros estadísticos.

3.6.3. Datos registrados

A. Porcentaje de emergencia.

Se evaluó el porcentaje de emergencia, para poder iniciar las demás evaluaciones; para ello se consideró que las parcelas tuvieran un 80 % de emergencia.

B. Evaluaciones en planta.

Las evaluaciones en planta que se consideraron en la presente investigación fueron las siguientes:

a. Uniformidad de la Planta (Plant_Unif)

Los datos son colectados 45 días después de la siembra, la evaluación se realiza usando una escala de 1 a 9. (Salas *et al.*, 2004).

Tabla 4. *Uniformidad de la Planta*

Escala	Estado	Descripción
1	Muy heterogéneo	Altura, vigor, y etapa del crecimiento muy heterogénea.
3	Heterogéneo	75% de las plantas muestran altura, vigor y etapa del crecimiento heterogéneo.
5	Intermedio	50% de las plantas muestran altura, vigor y etapa del crecimiento heterogéneo.
7	Uniforme	75% de las plantas muestran altura, vigor y etapa del crecimiento homogéneo.
9	Muy uniforme	100% de las plantas muestran altura, vigor y etapa del crecimiento homogéneo.

C. Vigor de la Planta (Plant_Vigor)

Los datos son colectados 45 días después de la siembra, la evaluación se realiza usando una escala de 1 a 9 (Salas *et al.*, 2004).

Tabla 5. Vigor de la Planta

Escala	Estado	Descripción
1	Muy débil	Todas las plantas son pequeñas (< 20 cm), pocas hojas, plantas débiles, tallos muy delgados y/o color verde claro.
3	Débil	75% de las plantas son pequeñas (< 20 cm) o todas las plantas son entre 20 y 30 cm, las plantas tienen pocas hojas, tallos muy delgados y/o color verde claro.
5	Intermedio	Intermedio o normal.
7	Vigoroso	75% de las plantas tienen más de 50 cm, robustas con follaje o color verde oscuro, tallos gruesos y hojas muy bien desarrolladas.
9	Muy vigoroso	Todas las plantas son de más de 70 cm y la cobertura del suelo es completa. Las plantas son robustas, con tallos gruesos y abundante follaje de color verde oscuro.

D. Periodo de cosecha

Durante la cosecha se tuvieron las siguientes evaluaciones:

a. Apariencia del tubérculo (Tuber_Apper)

Amoros & Gastelo, 2011. Comunicación personal)

Tabla 6. Apariencia del tubérculo

Escala	Estado	Descripción
1	Muy pobre	Muy poco rendimiento, tubérculos son totalmente deformes y de tamaño desuniforme.
3	Pobre	Bajo rendimiento, tubérculos son deformes y tamaño des uniforme.
5	Regular	Rendimiento intermedio, buena forma de tubérculo, pero el tamaño de tubérculo des uniforme.
7	Bueno	Buen rendimiento, tubérculos muestran buena forma y tamaño uniforme.
9	Muy bueno	Alto rendimiento, tubérculos muestran buena forma y tamaño uniforme.

b. Uniformidad del tubérculo (Tub_Unif)

La evaluación global de uniformidad del tubérculo se basa en la inspección de tubérculos cosechados usando una escala de 1 a 9. (Amoros & Gastelo, 2011. Comunicación personal)

Tabla 7. Uniformidad del tubérculo

Escala	Estado	Descripción
1	Muy heterogéneo	Todos los tamaños de tubérculo están presentes (desde muy pequeños a grandes).
3	Heterogéneo	Todos los tamaños de tubérculo están presentes, pero hay un tamaño predominante.
5	Intermedio	Hay solo 2 ó 3 tamaños de tubérculo, pero hay un tamaño predominante.
7	Uniforme	Solo 2 tamaños están presentes con tamaño predominante.
9	Muy uniforme	Solo presenta un tamaño de tubérculo.

c. Número de tubérculos comerciales categoría I/parcela (NMTCI)

Se contó el número de tubérculos comerciales para la categoría I con peso entre 200-300 gramos o tubérculos de 60 mm de diámetro.

d. Número de tubérculos comerciales categoría II/parcela (NMTCII)

Se contó el número de tubérculos comerciales para la categoría II con peso entre 80-200 gramos o tubérculos entre 30-60 mm de diámetro.

e. Número de tubérculos no comerciales/parcela (NNoMTP)

Se contó el número de tubérculos no comerciales que pesen menos de 80 gramos o que midan menos de 30 mm de diámetro.

f. Peso de tubérculos comerciales categoría I/parcela (MTWCI)

Se pesó los tubérculos comerciales categoría I/parcela. La unidad de medida es Kilogramos.

g. Peso de tubérculos comerciales categoría II/parcela (MTWCII)

Se pesó los tubérculos comerciales categoría II/parcela. La unidad de medida es Kilogramos.

h. Peso de tubérculos no comerciales/parcela (NoMTWP)

Se pesó los tubérculos no comerciales/parcela. La unidad de medida es kilogramos.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Durante la conducción de la presente investigación experimental se han seleccionado y utilizado los instrumentos correspondientes a la estadística inferencial para probar las hipótesis para el diseño de bloques completos al azar, para trabajos conducidos en condiciones de campo.

Las mismas que fueron representadas en los cuadros de análisis de varianza, donde se tienen como fuentes de variación a los bloques, los tratamientos, el error experimental, el total; los grados de libertad; la suma de cuadrados; los cuadrados medios esperados; la F calculada; la F tabular para los niveles de 95 y 99 % y la significación respectiva.

También se tiene el coeficiente de variación que debe estar por debajo del 30 % el cual nos permitirá expresar la validez y confiabilidad de los instrumentos utilizados en el presente experimento.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Habiéndose observado, medido y registrado los datos del porcentaje de emergencia, las evaluaciones en planta y en el periodo de cosecha, se procedieron a tabular y realizar el análisis estadístico a través de la prueba de Duncan con nivel de significancia al 5 % de probabilidad con la ayuda del programa estadístico del SAS (Statistical Analysis System), la misma que corresponde al diseño de bloques completos al azar.

3.9. Tratamiento estadístico

3.9.1. Modelo aditivo lineal

El modelo estadístico lineal aditivo, en el cual se ajustan los análisis de varianza es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = u + T_i + B_j + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Tratamientos

u = Media poblacional

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = Efecto de la j -ésima repetición

E_{ij} = Efecto del error experimental

3.9.2. Análisis de varianza

Tabla 8. Análisis de varianza

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F (EMC)		
				CALCULADA	FT	FC
TRATAMIENTO	(t-1)	SC tratamientos	$\frac{SC \text{ trat}}{gl}$	$\frac{CMtrat.}{CMerror}$		
BLOQUES	(r-1)	SC Bloques	$\frac{SCBloq.}{gl}$	$\frac{CMBloq.}{CMerror}$		
ERROR	(t-1)(r-1)	SC (Error)	$\frac{SCError}{gl}$			
TOTAL	tr-1	SC (Total)				

Desviación estándar:

$$Sx = \sqrt{\frac{CME}{REPT}}$$

3.9.3. Prueba de Duncan

Amplitud de límite de significancia "ALS"

Tabla 9. Tabla de Duncan

VALOR	2	3	4	5	6	7	8	9
AES	Tabla	Tabla	Tabla	Tabla	Tabla	Tabla	Tabla	Tabla
ALS	Tab.* Sx	Tab.* Sx	Tab.* Sx	Tab.* Sx	Tab.* Sx	Tab.* Sx	Tab.* Sx	Tab.* Sx

$$(ALS) (D) = AES (D) * Sx$$

Donde:

ALS = Amplitud de límite de significación

AES = Valor de tabla de Duncan

S_x = Desviación de la media

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

La aplicación de nueve niveles de nitrato de calcio en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Canchan INIA bajo condiciones de Paucartambo – Pasco, está orientado a determinar su rendimiento y desarrollo vegetativo, las mismas que servirán a los agricultores como una alternativa tecnológica para que puedan incluirlas dentro de sus planes y/o programas de fertilización, debido a que el cultivo de papa es uno de los más importantes en los aspectos económicos, sociales y culturales del distrito de Paucartambo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

La secuencia durante la conducción en campo, de la presente investigación es la siguiente:

4.1.1. Ubicación del campo experimental

A. Ámbito de estudio

La ubicación política y geográfica del presente trabajo que se realizó en los meses de abril a agosto del 2018 es el siguiente:

Región : Pasco

Provincia : Pasco

Distrito : Paucartambo

Lugar : Paucartambo

Longitud : 75°48'22.60" O

Latitud : 10°46'5.01" S

Altitud : 2 904 m.s.n.m.

Zona de vida: Bosque muy húmedo Montano Tropical (bmh – MT)

(Fuente: Gobierno Regional de Pasco 2 004)

B. Características de la zona

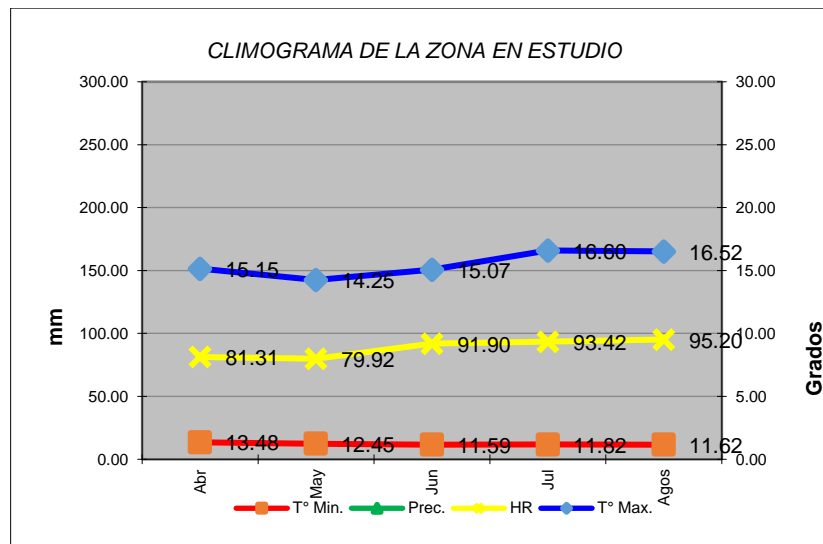
- **Características climáticas de la zona**

Los datos meteorológicos para el experimento fueron registrados todos los días a partir del mes de noviembre de 2018 a marzo de 2019, entre los parámetros registrados se encuentran la temperatura mínima, temperatura máxima y humedad relativa.

Tabla 10. Comportamiento meteorológico por meses registrados en la localidad de estudio.

Mes	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)
	Mínima	Máxima	
Abril	13.48	15.15	81.31
Mayo	12.45	14.25	79.92
Junio	11.59	15.07	91.9
Julio	11.82	16.6	93.42

Figura 1. Climograma de los meses de abril a agosto del 2018.



4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Porcentaje de emergencia.

En la tabla 11 se presenta el análisis de varianza de porcentaje de emergencia donde encontramos que, no existe diferencia significativa para tratamientos y bloques. El coeficiente de variabilidad para este parámetro es de 9.87%, aceptable para trabajos de campo.

En la prueba de Duncan (Tabla 12), encontramos que no existe diferencia significativa entre todos los tratamientos, según orden de mérito el tratamiento T5 y T7 ocupan los primeros lugares con promedios de 87 y 83 plantas de papa emergidas respectivamente. Mientras que los tratamientos T10, T6 y T9 ocupan los últimos lugares con promedios de 77, 73.50 y 70 plantas de papa emergidas respectivamente hasta el día de su evaluación.

Tabla 11. *Análisis de varianza de porcentaje de emergencia*

Fuentes de variación	GI	SC	CM	F cal	F tabular		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	9	845.6	93.96	1.53	2.25	3.149	NS
Bloque	3	74.4	24.8	0.404	2.96	4.601	NS
Error	27	1657.6	61.39				
Total	39						

C.V. = 9.87 %

Tabla 12. *Prueba de Duncan de porcentaje de emergencia*

N°	TRAT	PROM	NS
1	T5	87	a
2	T7	83	a
3	T1	82.5	a
4	T2	81	a
5	T4	81	a
6	T8	81	a
7	T3	77.5	a
8	T10	77	a
9	T6	73.5	a
10	T9	70.5	a

4.2.2. Evaluaciones en planta.

Uniformidad de la Planta (Plant_Unif)

El análisis de varianza de uniformidad de planta (Tabla 13), se observa que no existe diferencias significativas para tratamientos ni bloques. El coeficiente de variación fue de 22,32 %, el cual confiere la confiabilidad en la validez de los resultados para trabajos de campo.

Aplicando la prueba de Duncan (Tabla 14), se encontró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, según orden de mérito, los tratamientos T5, T7 y T1 ocupan los tres primeros puestos con medias de 7.04, 6.49 y 6.40, respectivamente que corresponde a una escala entre uniforme e intermedio. Los tratamientos T8 y T4 ocupan los últimos lugares con medias de 4.61 y 4.57 respectivamente de la escala de evaluación cuyos resultados corresponden a un estado heterogéneo.

Tabla 13. *Análisis de varianza de uniformidad de planta*

Fuentes de variación	GI	SC	CM	F cal	F tabular		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	9	29.12	3.24	2.14	2.25	3.149	NS
Bloque	3	3.72	1.24	0.82	2.96	4.601	NS
Error	27	40.82	1.51				
Total	39						

C.V. = 22.32 %

Tabla 14. Prueba de Duncan de uniformidad de planta

N°	TRAT	PROM	NS
1	T5	7.04	a
2	T7	6.49	ab
3	T1	6.4	ab
4	T6	5.98	ab
5	T9	5.29	ab
6	T3	5.19	ab
7	T10	4.87	b
8	T2	4.66	b
9	T8	4.61	b
10	T4	4.57	b

Vigor de la Planta (Plant_Vigor)

En la tabla 15 (Análisis de varianza de vigor de planta) se observa que no existe diferencia significativa para tratamiento y bloques. El coeficiente de variación es de 7.93%, el cual confiere la confiabilidad y aceptación para trabajos de campo.

En la prueba de Duncan (Tabla 16) se observa que no existe diferencia significativa para los tratamientos en estudio, los tratamientos T6, T5 y T3 ocupan los primeros lugares según orden de mérito con medias de 7.41, 7.34 y 7.27, respectivamente, resultados que indican un estado vigoroso. Los tratamientos T8, T1 y T10 ocupan los últimos lugares con medias de un rango de 6 correspondiente al estado intermedio del vigor de planta.

Tabla 15. Análisis de varianza de vigor de planta

Fuentes de variación	GI	SC	CM	F cal	F tabular		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	9	3.37	0.37	1.2	2.25	3.149	NS
Bloque	3	1.51	0.5	1.615	2.96	4.601	NS
Error	27	8.43	0.31				
Total	39						

C.V. =7.93 %

Tabla 16. Prueba de Duncan de vigor de planta

N°	TRAT	PROM	NS
1	T6	7.41	a
2	T5	7.34	a
3	T3	7.27	a
4	T2	7.22	a
5	T9	7.17	a
6	T4	7.13	a
7	T7	7.08	a
8	T8	6.67	a
9	T1	6.64	a
10	T10	6.58	a

4.2.3. Periodo de cosecha

Apariencia del tubérculo (Tuber_Apper)

El análisis de varianza de apariencia de tubérculo (Tabla 17), muestra la alta diferencia significativa existente en tratamiento y bloques.

El coeficiente de variación fue de 5.87 %, el cual confiere la confiabilidad en la validez de los resultados para trabajos de campo.

Aplicando la prueba de Duncan (Tabla 18), se detectaron nueve grupos Duncan. No existe diferencia significativa para los 5 primeros tratamientos, el tratamiento T3 ocupa el primer lugar en orden de mérito con una media de 5.66 que corresponden a una escala de apariencia de tubérculo regular, mientras que los tratamientos T4 y T10 presentan los rangos más bajos del grupo con medias de 4.79 y 4.22, respectivamente quienes presentan un estado pobre en apariencia de tubérculo.

Tabla 17. *Análisis de varianza de apariencia de tubérculo*

Fuentes de variación	GI	SC	CM	F cal	F tabular		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	9	6	0.67	7.392	2.25	3.149	**
Bloque	3	1.49	0.5	5.528	2.96	4.601	**
Error	27	2.43	0.09				
Total	39						

C.V.= 5.87 %

Tabla 18. Prueba de Duncan de apariencia de tubérculo

N°	TRAT	PROM	NS
1	T3	5.66	a
2	T9	5.47	a b
3	T2	5.41	a b c
4	T5	5.29	a b c d
5	T6	5.27	a b c d e
6	T8	5.09	b c d e f
7	T1	5.01	b c d e f g
8	T7	5	b c d e f g h
9	T4	4.79	d e f g h
10	T10	4.22	i

Uniformidad del tubérculo (Tub_Unif)

En la tabla 19 se presenta el análisis de varianza de uniformidad de tubérculo donde se observa que existe diferencia significativa para tratamientos, sin embargo, no encontramos diferencia para bloques. El coeficiente de variación es de 15.78 %, muy aceptable para trabajos de campo

En la prueba de Duncan (tabla 20) encontramos tres grupos Duncan, el tratamiento T3 con una media de 7.78 presenta diferencia significativa frente a los demás tratamientos con un estado uniforme. Los tratamientos T9 y T5 no presentan diferencia significativa. Finalmente, los tratamientos T10 y T4 ocupan los últimos lugares con medias de 3.80 y 3.60 respectivamente, con un estado heterogéneo.

Tabla 19. Análisis de varianza de uniformidad de tubérculo

Fuentes de variación	GI	SC	CM	F cal	F tabular		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	9	55.89	6.21	11.69	2.25	3.149	**
Bloque	3	3.25	1.08	2.04	2.96	4.601	NS
Error	27	14.34	0.53				
Total	39						

C.V.= 15.78 %

Tabla 20. Prueba de Duncan de uniformidad de tubérculo

N°	TRAT	PROM	NS
1	T3	7.78	a
2	T9	5.5	b
3	T5	5.15	b c
4	T2	4.95	c
5	T6	4.68	c
6	T7	4.12	c
7	T8	3.93	c
8	T1	3.9	c
9	T10	3.8	c
10	T4	3.6	c

Número de tubérculos comerciales categoría I/parcela (NMTCI)

El análisis de varianza del número de tubérculos comerciales categoría I / parcela (Tabla 21) presenta la existencia de diferencia significativa para tratamientos, siendo toso lo contrario para bloques

donde no existe diferencia significativa. El coeficiente de variación es de 15.17 %, otorgando confiabilidad para trabajos de campo.

En la tabla 22 presentamos la prueba de Duncan, encontrando tres grupos Duncan, encontrando que existe diferencia significativa del primer tratamiento frente a los demás en orden de mérito siendo este el tratamiento T3, con una media de 8.18; los tratamientos T9, T2, T5 y T6 no muestran diferencia significativa. Finalmente, los tratamientos T4 y T10 ocupan los dos últimos lugares en orden de mérito con medias de 5.13 y 4.98 unidades de tubérculo, respectivamente.

Tabla 21. *Análisis de varianza de número de tubérculos comerciales categoría I / parcela*

Fuentes de variación	GI	SC	CM	F cal	F tabular		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	9	159.93	17.77	27.101	2.25	3.149	**
Bloque	3	2.29	0.76	1.165	2.96	4.601	NS
Error	27	17.7	0.66				
Total	39						

C.V. = 15.17 %

Tabla 22. Prueba de Duncan de número de tubérculos comerciales categoría I / parcela

N°	TRAT	PROM	NS
1	T3	8.18	a
2	T9	6.93	b
3	T2	6.05	b c
4	T5	5.68	b c
5	T6	5.65	b c
6	T8	5.5	c
7	T1	5.3	c
8	T7	5.3	c
9	T4	5.13	c
10	T10	4.98	c

Número de tubérculos comerciales categoría II/parcela (NMTCII)

En la tabla 23 se observa el análisis de varianza de número de tubérculos comerciales categoría II / parcela en el que encontramos que existe alta diferencia significativa para tratamientos, así mismo, no se observa diferencia significativa para bloques. El coeficiente de variabilidad es de 20.94 %, muy aceptable para trabajos de campo.

Aplicando la prueba de Duncan (Tabla 24), encontramos que existe diferencia significativa para el primer tratamiento (T3) con una media de 5.85 unidades de tubérculos de papa de la categoría II; los tratamientos T3 y T2 no presentan diferencia significativa, así como los tratamientos T6 y T5. Finalmente, los tratamientos T1, T4 y T10 ocupan los últimos lugares con medias entre 3.15 y 2.80.

Tabla 23. Análisis de varianza de número de tubérculos comerciales categoría*II / parcela*

Fuentes de variación	GI	SC	CM	F cal	F tabular		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	9	158.86	17.65	52.18	2.25	3.149	**
Bloque	3	0.72	0.24	0.718	2.96	4.601	NS
Error	27	9.13	0.34				
Total	39						

C.V. = 20.94 %**Tabla 24.** Prueba de Duncan de número de tubérculos comerciales categoría II*/ parcela*

N°	TRAT	PROM	NS
1	T9	5.85	a
2	T3	5	b
3	T2	4.18	b c
4	T6	3.83	c d
5	T5	3.55	c d e
6	T8	3.23	d e
7	T7	3.2	d e
8	T1	3.15	d e
9	T4	3.13	d e
10	T10	2.8	e

Número de tubérculos no comerciales/parcela (NNoMTP)

En la tabla 25 presentamos el análisis de varianza de número de tubérculos no comerciales / parcela en el que encontramos que existe alta diferencia significativa para tratamientos y bloques. El coeficiente de variabilidad es de 13.03 %, muy aceptable para trabajos de campo.

Aplicando la prueba de Duncan (Tabla 26), encontramos que existe diferencia significativa para el tratamiento T8, quien ocupa el primer lugar con una media de 8.40 unidades de tubérculos no comerciales; los tratamientos T6, T4, T10, T3 y T2 no presentan diferencia significativa. Los tratamientos T9, T1 y T10 ocupan los últimos lugares con medias de 5.55, 5.50 y 4.95 unidades de tubérculos no comerciales respectivamente.

Tabla 25. *Análisis de varianza de número de tubérculos no comerciales / parcela*

Fuentes de variación	GI	SC	CM	F cal	F tabular		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	9	180.46	20.05	35.54	2.25	3.149	**
Bloque	3	8.13	2.71	4.8	2.96	4.601	**
Error	27	15.23	0.56				
Total	39						

C.V. = 13.03 %

Tabla 26. Prueba de Duncan de número de tubérculos no comerciales /
parcela

N°	TRAT	PROM	NS
1	T8	8.4	a
2	T6	7.2	b
3	T4	6.75	b c
4	T10	6.7	b c
5	T3	6.23	b c
6	T2	6.1	b c
7	T5	5.75	c
8	T9	5.55	c
9	T1	5.5	c
10	T7	4.95	c

Peso de tubérculos comerciales categoría I/parcela (MTWCI)

En la tabla 27 presentamos el análisis de varianza de peso de tubérculos comerciales categoría I / parcela, donde se observa que existe diferencia significativa para tratamientos, sin embargo, no encontramos diferencia para bloques. El coeficiente de variación es de 17.86 %, muy aceptable para trabajos de campo

En la prueba de Duncan (tabla 28) encontramos cinco grupos Duncan, el tratamiento T3 con una media de 1523.53 gr presenta diferencia significativa frente a los demás tratamientos, este a su vez ocupa el primer lugar en orden de mérito. Los tratamientos T9, T2, T5, T6, T8 y T1 con medias que van entre 1046 y 779 gr no presentan diferencia significativa. Finalmente, los tratamientos T7, T4 y T10 ocupan

los últimos lugares con medias de 748.05, 726.71 y 653.99, respectivamente.

Tabla 27. *Análisis de varianza de peso de tubérculos comerciales categoría I / parcela*

Fuentes de variación	GI	SC	CM	F cal	F tabular		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	9	2530361.2	281151.24	10.649	2.25	3.149	**
Bloque	3	94466.12	31488.71	1.193	2.96	4.601	NS
Error	27	712827.74	26401.03				
Total	39						

C.V. = 17.86 %

Tabla 28. *Prueba de Duncan de peso de tubérculos comerciales categoría I / parcela*

N°	TRAT	PROM	NS
1	T3	1523.52	a
2	T9	1046.6	b
3	T2	1021.13	b c
4	T5	982.68	b c d
5	T6	976.7	b c d e
6	T8	853.08	b c d e
7	T1	779.35	b c d e
8	T7	748.05	d e
9	T4	726.71	d e
10	T10	653.99	e

Peso de tubérculos comerciales categoría II/parcela (MTWCII)

En la tabla 29 presentamos el análisis de varianza de peso de tubérculos comerciales categoría II / parcela, donde se observa que existe diferencia significativa para tratamientos, sin embargo, no encontramos diferencia para bloques. El coeficiente de variación es de 9.01 %, muy aceptable para trabajos de campo

La prueba de Duncan (tabla 30), nos muestra que existen ocho grupos Duncan, encontrando que no existe diferencia significativa para los dos primeros tratamientos, siendo estos los tratamientos T9 y T3 con medias de 317.28 y 295.53 gr, respectivamente. Así mismo, los tratamientos T3, T2 y T6, con medias que van entre 295 y 274 gr no presentan diferencia significativa. El tratamiento T1 presenta diferencia significativa frente a otros tratamientos ocupando el sexto lugar en orden de mérito con una media de 226.25 gr. Finalmente, los tratamientos T4 y T10 ocupan los últimos lugares con medias de 144.18 y 137.08 gr, respectivamente.

Tabla 29. Análisis de varianza de peso de tubérculos comerciales categoría II / parcela

Fuentes de variación	GI	SC	CM	F cal	F tabular		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	9	152999.72	16999.97	39.353	2.25	3.149	**
Bloque	3	1632.87	544.29	1.26	2.96	4.601	NS
Error	27	11663.69	431.99				
Total	39						

C.V. = 9.01 %

Tabla 30. Prueba de Duncan de peso de tubérculos comerciales categoría II / parcela

N°	TRAT	PROM	NS
1	T9	317.28	a
2	T3	295.53	a b
3	T2	284.1	b c
4	T6	274.3	b c d
5	T5	260.75	c d
6	T1	226.25	e
7	T8	193.15	f
8	T7	174	f g
9	T4	144.18	g h
10	T10	137.08	h

Peso de tubérculos no comerciales/parcela (NoMTWP)

En la tabla 31 presentamos el análisis de varianza de peso de tubérculos no comerciales / parcela, donde se observa que existe diferencia significativa para tratamientos, sin embargo, no encontramos diferencia para bloques. El coeficiente de variación es de 23.68 %, aceptable para trabajos de campo

En la prueba de Duncan (tabla 32) encontramos tres grupos Duncan, el tratamiento T8 con una media de 200.3 gr presenta diferencia significativa frente a los demás tratamientos, este a su vez ocupa el primer lugar en orden de mérito. Los tratamientos T4, T10, T7, T5 y T2 con medias entre 164.3 y 1286 gr no presentan diferencia significativa. Finalmente, los tratamientos T9 y T1 ocupan los últimos lugares con

medias de 111.8 y 102.3 gr de tubérculos no comerciales por parcela, respectivamente

Tabla 31. *Análisis de varianza de peso de tubérculos no comerciales / parcela*

Fuentes de variación	GI	SC	CM	F cal	F tabular		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	9	188069.05	20896.56	38.865	2.25	3.149	**
Bloque	3	2909.234	969.74	1.804	2.96	4.601	NS
Error	27	14516.956	537.67				
Total	39						

C.V. = 23.68 %

Tabla 32. *Prueba de Duncan de peso de tubérculos no comerciales / parcela*

N°	TRAT	PROM	NS
1	T8	200.3	a
2	T4	164.3	b
3	T10	139.1	b c
4	T7	130.8	b c
5	T5	129.4	b c
6	T2	128.6	b c
7	T6	122.9	c
8	T3	120	c
9	T9	111.8	c
10	T1	102.3	c

Rendimiento Kg/ha

En la tabla 33 presentamos el análisis de varianza de rendimiento, donde se observa que existe diferencia significativa para tratamientos, sin embargo, no encontramos diferencia para bloques. El coeficiente de variación es de 13.04 %, aceptable para trabajos de campo

En la prueba de Duncan (tabla 34) encontramos seis grupos Duncan, el tratamiento T3 con una media de 61 557.06 Kg/ha presenta diferencia significativa frente a los demás tratamientos, ocupando a su vez el primer lugar en orden de mérito. Los cuatro tratamientos seguidos no presentan diferencia significativa, siendo estos T9, T2, T6 y T5. Finalmente, los tratamientos T4, T8 y T10 ocupan los últimos lugares con medias de 32 862.06, 32 801.11 y 29 527.38 Kg/ha de papa, respectivamente.

Tabla 33. *Análisis de varianza de rendimiento Kg/ha*

Fuentes de variación	Gl	SC	CM	F cal	F tabular		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	9	3378404159	375378239.9	13.465	2.25	3.149	**
Bloque	3	69336588.2	23112196.06	0.829	2.96	4.601	NS
Error	27	752691100	27877448.14				
Total	39						

C.V. = 13.04 %

Tabla 34. Prueba de Duncan de rendimiento

N°	TRAT	PROM	NS
1	T3	61 557.06	a
2	T9	46 847.53	b
3	T2	45 519.20	b c
4	T6	43 614.28	b c d
5	T5	43 582.69	b c d e
6	T1	35 169.68	d e f
7	T7	33 422.22	f
8	T4	32 862.06	f
9	T8	32 801.11	f
10	T10	2 9527.38	f

4.3. Prueba de hipótesis

Al realizar la prueba de hipótesis nos demuestra que para tratamientos existe diferencia significativa para las evaluaciones de uniformidad de tubérculo, número de tubérculos comerciales categoría I / parcela, número de tubérculos comerciales categoría II / parcela, peso de tubérculos comerciales categoría I / parcela, peso de tubérculos comerciales categoría II / parcela, peso de tubérculos no comerciales / parcela y rendimiento y rendimiento dicha prueba se realizó con el ANVA y DUNCAN.

4.4. Discusión de resultados

De los resultados obtenidos para la variable de porcentaje de emergencia, los tratamientos T5 (200 Kg / ha de nitrato de calcio a la siembra) y T7 (50 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra y 50 kg/ha de nitrato de calcio al aporque.) ocupan los primeros lugares con una media de 87 y 83 % de plantas emergidas, según los resultados de Punina (2013) encontró que el porcentaje

de emergencia fue significativamente mayor en los tratamientos que recibieron aplicación de abonos completos hidrosolubles balanceados Yaramila con una dosis de 400 Kg a la siembra con una aproximación a los resultados encontrados en nuestro experimento. En la evaluación de uniformidad de la planta el tratamiento T5 (200 Kg / ha de nitrato de calcio a la siembra) presenta un grado de uniformidad de 7, dentro de la escala presentada por Salas *et al* (2004); así mismo, según Tejada (2000) menciona que la uniformidad en el tamaño de planta es quizás la más importante, puesto, que nos indica que la tuberización se concentra en un periodo de tiempo reducido y la velocidad en el crecimiento del tubérculo se traduce en uniformidad. Para la variable vigor de planta obtenemos que el tratamiento T6 (300 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra) presenta mejores características con un grado de vigor de 7.41, este resultado es considerado muy bueno dentro de la escala de evaluación del CIP, 2014, del 1 al 9, donde el rango 7 indica que la planta es vigoroso cuando el 75% de las plantas evaluadas tiene más de 50 cm, robustas con follaje o color verde oscuro, tallos gruesos y hojas muy bien desarrolladas. Así mismo, para la apariencia de tubérculo obtuvimos que el tratamiento T3 resalta ante los demás tratamientos debido a la aplicación de 300 kg/ha de nitrato de calcio al aporque, esto concuerda con las características reportadas por el CIP, 2014, para el rango 5 donde indica que el tubérculo presenta buena forma, pero el tamaño de tubérculo es desuniforme. de la misma manera los datos reportados en uniformidad de tubérculo según CIP, 2014, indican que dentro de la escala 7 se considera uniforme, cuando solo 2 tamaños están presentes con uno de ellos predominante coincidiendo con los datos obtenidos en nuestro estudio (T3, 300 kg/ha de nitrato de calcio al aporque). En cuanto al número de tubérculos comerciales categoría I por parcela fue mayor en el tratamiento T3 fertilizado con 300 Kg/ha de nitrato de calcio al aporque, mostrando el efecto de la fertilización en el rendimiento de tubérculos como lo afirmó Dean (1994), quien

indica que el rendimiento y calidad de tubérculos de papa está relacionado con la cantidad y fecha de aplicación de los nutrientes. El número de tubérculos de categoría II se obtuvo diferencia significativa para el tratamiento T3 con un promedio de 5.85 tubérculos, al respecto, Gutierrez (2015) en su experimento “Eficiencia de la fertilización nitrogenada en el cultivo de papa” en el que utilizó superfosfato triple de calcio no tuvo variación estadísticamente significativa para todos sus tratamientos de fertilización aplicada. En cuanto al número de tubérculos no comerciales se obtuvo que el tratamiento T8 (100 kg/ha de nitrato de calcio a la siembra y 100 kg/ha de nitrato de calcio al aporque) presentó diferencia significativa frente a los demás tratamientos, sin embargo, Gutierrez (2015) no tuvo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos aplicados. De acuerdo al experimento realizado por Coaquira (2020), en el cual evaluó la sustentabilidad de las unidades productoras de papa, con fertilización de diferentes dosis de calcio en semillas de papa, encontró que la dosis de 180 Kg / ha difiere estadísticamente de las demás dosis, causando mejor efecto; los resultados obtenidos en nuestra investigación fueron de 61 557 Kg/ ha con una dosis de fertilización de 300 Kg/ha de nitrato de calcio al aporque.

CONCLUSIONES

- La aplicación del fertilizante Nitrato de calcio al cultivo de papa en diferentes dosis nos llevó a la conclusión de que en cantidades de 200 Kg/ha en la siembra y 50 Kg/ha a la siembra y 50 Kg/ha al aporque, la emergencia del cultivo se vio favorecida con el tratamiento T5 y T7 cuyos promedios fueron de 87 y 83 % del porcentaje de emergencia obtenido en el estudio. Así mismo, para el parámetro de uniformidad de planta los tratamientos T5, T7 y T6 ocupan los tres primeros puestos con medias de 7.04, 6.49 y 6.40, respectivamente. En la evaluación al vigor de planta los tratamientos T6, T5 y T3 ocupan los primeros lugares según orden de mérito con medias de 7.41, 7.34 y 7.27, rangos favorables que indican que el 75% de las plantas tienen más de 50 cm, robustas con follaje o color verde oscuro, tallos gruesos y hojas muy bien desarrolladas (CIP, 2014).
- Los resultados fueron favorables para el tratamiento T3 con 300 kg/ha de nitrato de calcio al aporque en los parámetros de rendimiento evaluadas como apariencia de tubérculo, uniformidad de tubérculo, número de tubérculos de categoría I, II y III, peso de tubérculos de categoría I, II y III. Para el rendimiento propiamente dicho en Kg/ha el tratamiento T3 ocupó el primer lugar con una media de 61 557.06 Kg/ha según orden de mérito.

RECOMENDACIONES

- Se debe realizar trabajos de investigación con otras variedades de papa comercial y en diferentes estaciones del año para mejorar la productividad de este cultivo.
- Considerar realizar estudios con la aplicación de nitrato de calcio en el control fitosanitario del cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, E. J.; O'BRIEN, P. J.; Firman, D. (1992). An evaluation of small seed for ware-potato production. *J. Agric. Sci.* 118: 185-193.
- Arsenault, W. Cristie, B. (2004). Effect of whole seed tuber size and pre-plant storage conditions on yield and tuber size distribution of Russet Burbank. *American Journal of Potato Research* 81: 371-376
- Calderón, A. (1988). Efecto de dos microclimas contrastantes en la composición bioquímica de tubérculos de papa. Tesis de Biología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- Centro Internacional de la Papa (CIP), 2014. Metodologías de evaluación estándar y manejo de datos de clones avanzados de papa. Módulo 2: evaluación del rendimiento de tubérculos sanos de clones avanzados de papa. Guía para colaboradores Internacionales. Lima.
- Chávez, R. (2005). Tesis de Grado. Comparación de dos programas de fertilización en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en el municipio de Sololá, Sololá. Guatemala. 45pp
- Coaquira R. 2020. Sustentabilidad de las unidades productoras de papa (*Solanum tuberosum* L.), con fertilización en semillas del agricultor y certificada, Jauja, Perú. Para optar el grado de doctor: *Doctoris philosophiae* en agricultura sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). 2002. Guía técnica del cultivo de papa. El Salvador.
- CONPAPA. 2017. La papa: valor nutritivo y sanidad alimentaria. visitada 20 de abril de 2020. <https://www.conpapa.org.mx/index.php/blog/item/6-la-papa-valor-nutritivo-y-sanidad-alimentaria>

- Contreras, A. (2006). Ecofisiología del rendimiento de la papa. Revista de la papa. Chile, 10: 15-16.
- Cuesta, X. (2006). Papas nativas ecuatorianas en proceso de extinción. INIAP. Trabaja para potenciar su uso. Revista Agromag. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 30-31 p.
- Dean, B.B. (1994). Managing the potato production system. New York: Food Products Press.
- Del Pino. s.f. Cationes: calcio, magnesio, potasio y sodio.
<http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/docs/cationes.pdf>
- Egusquiza, R. (2000). La Papa Producción, Transformación y Comercialización. Proyecto Papa Andina (CIP-CONSUDE). Editorial CIMAGRAF 2000-JEL-63. Lima-Perú. 192 pp.
- Gastelo M., Roncal y Figueroa, (2005). Investigadores en el cultivo de papa. EEA CANCHAN, INIAA – Huánuco - Perú.
- Gutiérrez, C. (1995). Nutrición vegetal y uso de fertilizantes. Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Son. 115 p.
- Gavilan E., Ombone F. 2020. Obtención de plantines de papa (*Solanum tuberosum*) variedad canchan con el sistema autotrófico hidropónico y dos sustratos, en condiciones de invernadero Paucartambo – Pasco. Para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Perú.
- Huamán, Z. (1986). Botánica Sistemática y Morfología de la Papa. Boletín de Información Técnica Nro. 6 del Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Ec). 2011. Ficha técnica fripapa 99. Santa Catalina, Quito, Ecuador. 76 p.

- Iritani, W., Weller L., Knowles, N. (1983). Relationships between stem number, tuber set and yield of Russet Burbank potatoes. *American Potato Journal* 60: 423-431.
- Milton, P. y Allen S. (1995). *Breeding field crops*. Fourth Edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA. 494 pp
- Ministerio de agricultura y riego (MINAGRI). 2013. *Papa: principales aspectos agroeconómicos*.
- Ministerio de agricultura y riego. 2017. *Papa: características de la producción nacional y de la comercialización en Lima Metropolitana*. Dirección general de políticas agrarias, Dirección de estudios económicos e información agraria.
- LINDAO. V. (1991). El manejo del cultivo de papa, Fundagro Fundación para el desarrollo agropecuario, Boletín N0 5, Guamote – Ecuador, pp. 10-11
- Mollinedo, R. (2014). Tesis de grado. Evaluación de tres programas de fertilización en el cultivo de papa, en tres localidades de alta Verapaz (2012-2013). Guatemala. 96pp
- Montaldo. A. (1984). *Cultivo y Mejoramiento de la papa*.
- Pumisacho y Sherwood. (2002). INIAP-CIP. *El cultivo de papa en Ecuador*. Quito - Ecuador. 231pp
- Punina E. 2013. Evaluación agronómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) C.V. “Friepapa” a la aplicación de tres abonos completos. Para optar el título de ingeniera agrónoma. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
- Rios G. 2007. Distribución y variabilidad de *Ralstonia solanacearum* e.f. Smith, agente causal de marchitez bacteriana en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L), en tres departamentos del norte de Nicaragua (Estelí, Matagalpa y Jinotega). trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua.

- Rodríguez, S. (1992). Fertilizantes, nutrición vegetal. AGT editor. Segunda reimpresión. México, D.F.
- Rojas W. y Rodríguez, J. (1979). Modelo simplificado para estimar los requerimientos de nitrógeno en arroz. (I modelo teórico) Ciencia e investigación Agraria 6(4): 301-314.
- Salas, E.; Mihovilovich, E.; Amoros, W.; Bonierbale, M. (CIP). 2004. Estimation of variability for PLRV resistance in tropically adapted potatoes. American Journal of Potato Research. (USA). ISSN 1099-209X. 81(1):86
- Sánchez, C. (2003). Cultivo y comercialización de la papa. Lima – Perú.
- Suquilanda (ed). s.f. Producción orgánica de cultivos andinos, manual técnico. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf
- Tapia, M. y Fries A. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima.
- Tejada, H., 2000. Evaluación y selección de precocidad en treinta y un familias híbridas de papa (*Solanum tuberosum* L.) $2n=4x=48=AAAA$, En zona Agroecológica árida – Irrigación Majes. 111 pág.
- Villafuerte. O. (2008). Portal Agrario Ancash, Última modificación: Junio del 2008, Disponible Pág. Web: <http://www.agroica.gob.pe/papas.shtml>. 3-11-2008
- Vizcardo, L. (2011). Aplicación de tres planes de fertilización foliar para el rendimiento de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*), variedades única, canchan y perricholi en la localidad de san pedro – jauja (tesis de pregrado) Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Zvomuya, J., Rosen, C. (2002). Biomass partitioning and nitrogen use efficiency of 'Superior' potato following genetic transformation for resistance to Colorado potato beetle. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127: 703-709.

FUENTES ELECTRÓNICAS

<https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/papa/funcion-de-calcio-en-la-produccion-de-papas/>

<http://www.fao.org/potato-2008/es/elaip/index.html>

<https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/productos/yaraliva/yaraliva-nitrabor/>

ANEXO

- Instrumentos de recolección de datos

Tabla 35. Datos de campo de porcentaje de emergencia

Trat/Bloq	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
T1	94	90	74	72	330	82.5
T2	82	72	86	84	324	81
T3	70	90	74	76	310	77.5
T4	80	74	82	88	324	81
T5	94	90	78	86	348	87
T6	76	72	76	70	294	73.5
T7	86	72	92	82	332	83
T8	70	88	94	72	324	81
T9	70	70	72	70	282	70.5
T10	70	80	84	74	308	77
TOTAL	792	798	812	774	3176	79.4

Tabla 36. Datos de campo de uniformidad de la planta

Trat/Bloq	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
T1	7.42	5.36	5.2	7.6	25.58	6.4
T2	5.15	4.9	5.3	3.3	18.65	4.66
T3	5.2	5.4	4.65	5.5	20.75	5.19
T4	5.52	5.44	3.58	3.74	18.28	4.57
T5	7.42	7.64	7.66	5.45	28.17	7.04
T6	5.52	3.86	8.92	5.6	23.9	5.98
T7	5.66	5.74	7.2	7.36	25.96	6.49
T8	3.28	3.98	7.32	3.86	18.44	4.61
T9	5.68	4.76	4.84	5.89	21.17	5.29
T10	3.46	5.12	5.54	5.36	19.48	4.87
TOTAL	54.31	52.2	60.21	53.66	220.38	5.51

Tabla 37. Datos de campo de vigor de planta

Trat/Bloq	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
T1	5.45	7	7.12	7	26.57	6.64
T2	7.52	7.12	7.14	7.08	28.86	7.22
T3	7.14	7.1	7.2	7.65	29.09	7.27
T4	7.86	6	7.64	7	28.5	7.13
T5	7.24	7.32	7.78	7	29.34	7.34
T6	7.21	7.14	7.84	7.45	29.64	7.41
T7	7	7.15	7.16	7	28.31	7.08
T8	7.15	7	7.21	5.32	26.68	6.67
T9	7.1	7.2	7.16	7.2	28.66	7.17
T10	7	7	7.1	5.2	26.3	6.58
TOTAL	70.67	70.03	73.35	67.9	281.95	7.05

Tabla 38. Datos de campo de apariencia de tubérculo

Trat/Bloq	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
T1	5.63	4.6	5.01	4.8	20.04	5.01
T2	5.61	5.83	5.13	5.07	21.64	5.41
T3	5.42	5.56	5.89	5.76	22.63	5.66
T4	4.98	4.98	4.55	4.65	19.16	4.79
T5	5.74	4.96	5.68	4.78	21.16	5.29
T6	5.67	5.46	5.21	4.75	21.09	5.27
T7	5.34	5.4	4.66	4.58	19.98	5
T8	5.55	5.38	4.77	4.67	20.37	5.09
T9	5.62	5.84	5.21	5.22	21.89	5.47
T10	4.11	4.21	4.32	4.23	16.87	4.22
TOTAL	53.67	52.22	50.43	48.51	204.83	5.12

Tabla 39. Datos de campo de uniformidad de tubérculo

Trat/Bloq	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
T1	4	4.2	4.6	5.8	18.6	4.65
T2	4.8	5.6	5.4	5	20.8	5.2
T3	6.92	6.94	6.32	6.94	27.12	6.78
T4	4.6	4.6	4.6	4.6	18.4	4.6
T5	5.1	5	5.2	5.3	20.6	5.15
T6	5.1	4.8	4.92	4.9	19.72	4.93
T7	5	4.3	4.18	5	18.48	4.62
T8	4.6	4	4.5	5.6	18.7	4.68
T9	5.4	5.2	5.6	5.8	22	5.5
T10	4.2	5	4.6	4.4	18.2	4.55
TOTAL	49.72	49.64	49.92	53.34	202.62	5.07

Tabla 40. Datos de campo de número de tubérculos comerciales categoría I / parcela

Trat/Bloq	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
T1	3	6.5	7.1	4.6	21.2	5.3
T2	6.3	4.9	6.1	6.9	24.2	6.05
T3	5	8.1	7.1	7.5	27.7	6.93
T4	5.7	4.2	5.7	4.9	20.5	5.13
T5	5.1	5.9	6.4	5.3	22.7	5.68
T6	6.3	4.2	6.4	5.7	22.6	5.65
T7	5.6	5.4	5.3	4.9	21.2	5.3
T8	5.7	4.2	6	6.1	22	5.5
T9	3.4	6.5	7.1	7.2	24.2	6.05
T10	5.3	6.1	2.5	6	19.9	4.98
TOTAL	48.4	49.5	52.6	54.5	205	5.69

Tabla 41. Datos de campo de número de tubérculos comerciales categoría II / parcela

Trat/Bloq	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
T1	3.1	4.1	3.1	2.3	12.6	3.15
T2	4.8	3.8	3.7	4.4	16.7	4.18
T3	6.1	4.4	3.4	4.1	18	4.5
T4	3.2	2.3	3.7	3.3	12.5	3.13
T5	2.7	4.2	3.1	4.2	14.2	3.55
T6	4.8	4.5	2.9	3.1	15.3	3.83
T7	3.9	2.2	3.6	3.1	12.8	3.2
T8	3.4	3.2	3.1	3.2	12.9	3.23
T9	4.6	4.8	4.9	3.8	18.1	4.53
T10	2.2	3.5	3.4	2.1	11.2	2.8
TOTAL	28.7	25.6	24.7	24.8	103.8	3.71

Tabla 42. Datos de campo de tubérculos no comerciales / parcela

Trat/Bloq	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
T1	7.6	5.7	4.2	4.5	22	5.5
T2	5.6	6.9	5.3	6.6	24.4	6.1
T3	6.8	5.6	6.8	5.7	24.9	6.23
T4	7.4	6.2	6.7	6.7	27	6.75
T5	6.9	6.4	5.2	4.5	23	5.75
T6	8.3	6	7.7	6.3	28.3	7.08
T7	7.7	5.1	5.2	3.8	21.8	5.45
T8	11	7.4	8.1	4.1	30.6	7.65
T9	6.2	4.6	5.6	5.8	22.2	5.55
T10	7.1	6.4	6.7	6.6	26.8	6.7
TOTAL	67	54.6	57.3	50.1	229	6.36

Tabla 43. Datos de campo de peso de tubérculos comerciales categoría I / parcela

Trat/Bloq	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
T1	715.28	779.1	809.8	813.2	3117.38	779.35
T2	859.9	1002.32	1020	1202.3	4084.52	1021.13
T3	1485.24	1526.2	1562	1520.65	6094.09	1523.52
T4	719.4	762.1	715.12	710.2	2906.82	726.71
T5	980.32	933.7	1046	970.7	3930.72	982.68
T6	659.9	1112.7	931.9	1202.3	3906.8	976.7
T7	693.9	708.8	796.6	792.9	2992.2	748.05
T8	850.42	858.4	840.32	850.42	2559.24	853.08
T9	1065.32	1018.62	1037.2	1065.25	4186.39	1046.6
T10	671.4	609.3	670.45	664.8	2615.95	653.99
TOTAL	8701.08	9311.24	8589.07	9792.72	36394.11	933.18

Tabla 44. Análisis de varianza de peso de tubérculos comerciales categoría II / parcela

Trat/Bloq	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
T1	315.4	246.9	195.3	84.4	842	210.5
T2	243.9	252	257.5	252.1	1005.5	251.38
T3	280.1	257.5	239.1	245.4	1022.1	255.53
T4	169.6	132.3	176.2	188.6	666.7	166.68
T5	290.2	236.3	187.1	144.4	858	214.5
T6	213.6	266.4	175.9	241.3	897.2	224.3
T7	286.3	113.5	210.7	181	791.5	197.88
T8	196.4	232.7	197.6	185.9	812.6	203.15
T9	269.3	269.7	256.4	287.7	1083.1	270.78
T10	140.5	162.3	137.8	127.7	568.3	142.08
TOTAL	2405.3	2169.6	2033.6	1938.5	8547	213.68

Tabla 45. Datos de campo de peso de tubérculos no comerciales / parcela

Trat/Bloq	I	II	III	IV	TOTAL	PROM
T1	103.1	96.5	99.8	109.6	409	102.25
T2	125.2	195.7	162	130.7	613.6	153.4
T3	138.6	123.1	122.1	96.2	480	120
T4	184.3	166.3	159	127.5	637.1	159.28
T5	170.2	108.7	129.1	109.7	517.7	129.43
T6	105.7	129.2	130.7	125.8	491.4	122.85
T7	226	113.9	106.7	76.4	523	130.75
T8	205.6	166.6	156.1	112.8	641.1	160.28
T9	120.4	115.5	97.8	113.6	447.3	111.83
T10	145.8	148.9	125.3	116.2	536.2	134.05
TOTAL	1150.8	923.3	901.5	762	3737.6	133.49

Tabla 46. Datos meteorológicos de temperatura mínima, máxima y humedad que se registraron en la localidad experimental - Abril

ABRIL				
FECHA	DDS	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA %
		Mínima °C (7:45am)	Máxima °C (7:45pm)	
22/04/2018	1	13.762	14.792	85.6
23/04/2018	2	16.344	17.986	66.1
24/04/2018	3	12.896	14.816	86.4
25/04/2018	4	14.266	15.199	76.9
26/04/2018	5	12.268	14.505	94.7
27/04/2018	6	13.088	14.553	86.3
28/04/2018	7	12.751	15.151	92.5
29/04/2018	8	16.201	16.701	63.4
30/04/2018	9	9.706	12.63	79.9
PROMEDIO		13.48	15.15	81.31

Tabla 47. Datos meteorológicos de temperatura mínima, máxima y humedad que se registraron en la localidad experimental - mayo

MAYO				
FECHA	DDS	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA %
		Mínima °C (7:45am)	Máxima °C (7:45pm)	
1/05/2018	10	14.912	14.385	36.7
2/05/2018	11	10.124	13.882	71.9
3/05/2018	12	13.088	15.772	84.7
4/05/2018	13	15.796	15.055	65.7
5/05/2018	14	17.177	17.201	56
6/05/2018	15	13.04	17.344	88
7/05/2018	16	13.978	14.864	76.1
8/05/2018	17	11.346	13.666	93.9
9/05/2018	18	17.058	12.558	62.5
10/05/2018	19	10.198	13.714	94.5
11/05/2018	20	12.847	14.026	79.1
12/05/2018	21	12.871	14.96	70.2
13/05/2018	22	11.394	13.81	11.394
14/05/2018	23	14.936	15.581	77.5
15/05/2018	24	11.175	14.625	86.1
16/05/2018	25	10.834	14.194	87.8
17/05/2018	26	13.281	15.27	85.9
18/05/2018	27	11.297	14.505	91.5
19/05/2018	28	11.2	14.481	95.9
20/05/2018	29	12.122	15.247	94.9
21/05/2018	30	11.005	13.257	90.9
22/05/2018	31	11.078	13.329	92.1
23/05/2018	32	10.638	12.558	84.4
24/05/2018	33	13.064	13.954	83.1
25/05/2018	34	11.297	14.385	97
26/05/2018	35	11.127	13.786	95.5
27/05/2018	36	13.329	12.147	79.6
28/05/2018	37	11.565	13.666	84.2
29/05/2018	38	11.71	13.185	85.3
30/05/2018	39	10.638	11.61	79.6
31/05/2018	40	11.88	14.697	95.6
PROMEDIO		12.5	14.2	79.9

Tabla 48. Datos meteorológicos de temperatura mínima, máxima y humedad que se registraron en la localidad experimental - Junio

JUNIO				
FECHA	DDS	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA %
		Mínima °C (7:45am)	Máxima °C (7:45pm)	
1/06/2018	41	14.194	15.39	82.8
2/06/2018	42	10.834	14.768	90.9
3/06/2018	43	11.078	13.954	86.6
4/06/2018	44	11.662	16.106	95
5/06/2018	45	10.492	15.318	97
6/06/2018	46	12.751	15.629	95.2
7/06/2018	47	11.297	15.151	84.8
8/06/2018	48	9.879	13.257	96.3
9/06/2018	49	12.025	12.775	86.6
10/06/2018	50	12.001	14.601	95.9
11/06/2018	51	10.467	14.361	97.5
12/06/2018	52	10.638	13.305	93.5
13/06/2018	53	11.929	14.984	89.8
14/06/2018	54	10.638	15.724	97.4
15/06/2018	55	11.904	15.127	92.8
16/06/2018	56	12.799	16.01	91.4
17/06/2018	57	10.687	15.629	98.8
18/06/2018	58	11.346	15.39	93.2
19/06/2018	59	11.686	14.314	91.1
20/06/2018	60	11.102	15.055	87.9
21/06/2018	61	11.662	15.533	93.3
22/06/2018	62	11.783	15.915	94.8
23/06/2018	63	12.727	15.629	90.5
24/06/2018	64	12.219	16.153	93.7
25/06/2018	65	11.88	15.796	91.7
26/06/2018	66	11.929	14.96	85.7
27/06/2018	67	11.565	14.792	85.9
28/06/2018	68	13.04	15.151	81.2
29/06/2018	69	10.932	15.485	97.6
30/06/2018	70	10.516	15.819	98
PROMEDIO		11.59	15.07	91.9

Tabla 49. Datos meteorológicos de temperatura mínima, máxima y humedad que se registraron en la localidad experimental - Julio

JULIO				
FECHA	DDS	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA %
		Mínima °C (7:45am)	Máxima °C (7:45pm)	
1/07/2018	71	11.686	16.415	98.1
2/07/2018	72	12.268	16.296	93.3
3/07/2018	73	11.224	16.487	91.4
4/07/2018	74	11.492	16.725	96.9
5/07/2018	75	10.394	16.082	99.2
6/07/2018	76	10.712	16.129	98.1
7/07/2018	77	10.712	16.701	98.4
8/07/2018	78	11.248	16.654	96.3
9/07/2018	79	11.88	16.034	88.5
10/07/2018	80	12.727	16.439	90.1
11/07/2018	81	13.906	15.796	81.7
12/07/2018	82	9.509	15.461	96.4
13/07/2018	83	11.346	16.225	94.9
14/07/2018	84	11.029	16.249	96.1
15/07/2018	85	14.433	16.868	78.9
16/07/2018	86	11.492	16.392	96.3
17/07/2018	87	11.492	16.32	97.2
18/07/2018	88	12.461	17.558	96.3
19/07/2018	89	12.001	16.963	99.3
20/07/2018	90	11.88	16.272	95.6
21/07/2018	91	10.883	17.082	98.5
22/07/2018	92	11.394	17.344	96.6
23/07/2018	93	14.721	16.511	83.1
24/07/2018	94	11.953	16.654	91.7
25/07/2018	95	13.016	16.892	81.9
26/07/2018	96	13.93	15.676	77.7
27/07/2018	97	10.956	17.177	95.5
28/07/2018	98	10.956	16.677	98.9
29/07/2018	99	11.102	17.724	99.1
30/07/2018	100	11.321	17.011	97.6
31/07/2018	101	12.195	17.463	97
PROMEDIO		11.82	16.6	93.42

Tabla 50. Datos meteorológicos de temperatura mínima, máxima y humedad que se registraron en la localidad experimental - Agosto

AGOSTO				
FECHA	DDS	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA %
		Mínima °C (7:45am)	Máxima °C (7:45pm)	
1/08/2018	102	10.124	15.819	96.7
2/08/2018	103	11.394	17.249	95.2
3/08/2018	104	15.39	17.177	73.2
4/08/2018	105	12.243	17.225	94.8
5/08/2018	106	12.195	16.844	94
6/08/2018	107	11.54	17.74	92.5
7/08/2018	108	11.71	17.677	96.3
8/08/2018	109	11.175	17.534	97.2
9/08/2018	110	11.394	18.247	97.9
10/08/2018	111	13.473	18.533	92.9
11/08/2018	112	10.956	17.106	90.6
12/08/2018	113	11.516	16.892	90.2
13/08/2018	114	10.907	7.582	95.3
14/08/2018	115	13.497	17.439	87.9
15/08/2018	116	12.195	17.582	94.7
16/08/2018	117	11.248	17.558	97.1
17/08/2018	118	11.613	17.891	98.5
18/08/2018	119	11.637	17.796	99
19/08/2018	120	10.932	16.987	98.2
20/08/2018	121	11.151	17.32	99.1
21/08/2018	122	11.613	17.629	97.4
22/08/2018	123	12.122	16.868	97.3
23/08/2018	124	10.663	15.318	99.1
24/08/2018	125	11.637	16.153	98.1
25/08/2018	126	11.2	15.7	98
26/08/2018	127	9.756	14.816	98
27/08/2018	128	10.663	14.577	98.5
28/08/2018	129	11.248	14.984	96.9
29/08/2018	130	11.686	14.816	96.1
PROMEDIO		11.62	16.52	95.2



Figura 2. *Limpieza y preparado del terreno.*



Figura 3. *Delimitación del campo experimental.*



Figura 4. Preparación de los niveles de nitrato de calcio para la distribución en el campo.



Figura 5. Distribución de la semilla y fertilizantes en el campo.



Figura 6. *Primer y segundo abonamiento.*



Figura 7. *Vista panorámica del campo experimental.*



Figura 8. *Evaluación del número y peso de tubérculos.*



Figura 9. *Control fitosanitario del campo experimental.*



Figura 10. *Supervisión de los jurados de tesis.*