

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE
CUATRO CLONES PROMISORIOS DE PAPA CRIOLLA (*Solanum phureja*, Juz. et.
Buk) EN EL MUNICIPIO DE MUTISCUA, NORTE DE SANTANDER**

CARLOS ANDRES LATORRE ARAQUE

Código 1.094.272.603

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

PAMPLONA

2016

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE
CUATRO CLONES PROMISORIOS DE PAPA CRIOLLA (*Solanum phureja*, Juz. et.
Buk) EN EL MUNICIPIO DE MUTISCUA, NORTE DE SANTANDER**

CARLOS ANDRES LATORRE ARAQUE

COD. 1.094.272.603

Director:

I.A. MSc. César Villamizar Quiñones

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PAMPLONA

2016

DEDICATORIA

El éxito no es nunca una donación, sino una conquista en donde abre el corazón y da lo mejor de la vida. Es por eso que la disciplina nos ayuda a lograr nuestras metas y prepararnos para la vida.

Dedico a Dios por el fortalecimiento y ayuda que me ha dado a cada instante de mi vida, porque me ha permitido culminar con éxitos el estudio y proyecto de grado como Ingeniero Agrónomo.

A mi madre Teresa Araque, a mis hermanos, familiares y amigos que estuvieron apoyándome durante el tiempo que duro mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Padre por regalarme el don de la vida, entendimiento y sabiduría para alcanzar el éxito de un deseo en conjunto con la culminación de este título obtenido.

Los sueños de Dios se realizan, cuando nosotros asumimos los suyos; el estudio es un don maravilloso que se proporciona en cada persona para agradecer paso a paso, es un descubrimiento que hacemos cada día que pasa. De manera especial agradezco a mis familiares, amigos, a mis profesores, en especial al I.A. MSc. César Villamizar, al I.A Esp Javier Castellanos quienes fueron un motivo para continuar con mis estudios y desarrollar esta investigación, al propietario del terreno donde se realizó la investigación Don Evaristo Pulido, y demás personas que de una u otra forma fueron mi fortaleza para la culminación de este proyecto de vida, mi formación profesional como Ingeniero Agrónomo. Agradezco a la Universidad de Pamplona por haberme abierto sus puertas y haberme dado la oportunidad de cursar mis estudios en este amado claustro universitario.

Resumen

Este trabajo de investigación se realizó para evaluar el efecto de la fertilización en cuatro clones promisorios de papa criolla en el municipio de Mutiscua, la finca donde se ejecutó el estudio está ubicada a 2750 m.s.n.m y una temperatura promedio de 14 °C, los materiales se seleccionaron por el rendimiento superior en ensayos anteriores realizados en la zona, estos fueron el clon 2, 5, 9 y como testigo la variedad Colombia (Clon 1).

Para determinar la dosis de fertilización se tuvo en cuenta el análisis de suelo, en base a los resultados se trabajó con cuatro dosis, la primera dosis recomendada por el agricultor, la segunda dosis: 50 % más que el análisis de suelo; la tercera dosis: a partir del análisis de suelo y la cuarta dosis: 25% menos que el análisis de suelo; la aplicación del fertilizante se aplicó en el momento de la siembra y en el desyerbe.

Se evaluaron variables morfológicas claves como la altura de planta, número de tallos, grosor y el área foliar, cuando el cultivo se encontraba en plena floración. En cuanto al rendimiento se evaluaron el número y peso de los tubérculos clasificándose en cuatro categorías cero, primera, segunda y riche.

Se encontró que no hay diferencia significativa entre los clones evaluados, comportándose muy parecidos en cuanto al rendimiento, sin embargo los clones que presentaron mayor rendimiento son el clon 5 con (21,76 ton/ha) y el 9 con 21,59 ton/ha. Para determinar la mejor dosis de fertilizante, se realizó un análisis de rentabilidad que identifica a la dosis 4 como la de mejor comportamiento con 207,87%.

Palabras claves: papa criolla, clones, fertilización, rendimiento, Solanun phureja.

Abstract

This research was carried out to evaluate the effect of fertilization on four promising clones of potato criolla in the municipality of Mutiscua, the farm where the study was carried out is located at 2750 m.a.s.l and an average temperature of 14 ° C, the materials are Selected for the superior performance in previous tests performed in the area, these were clone 2, 5, 9 and as a control the Colombia variety (Clone 1).

In order to determine the fertilization dose, soil analysis was taken into account, based on the results, four doses were used: the first dose recommended by the farmer; the second dose: 50% more than soil analysis; The third dose: from soil analysis and the fourth dose: 25% less than soil analysis; The fertilizer application was applied at the time of sowing and weeding.

Key morphological variables such as plant height, number of stems, thickness and leaf area were evaluated when the crop was in full bloom. In terms of yield, the number and weight of the tubers were classified into four categories zero, first, second and riche.

It was found that there was no significant difference between the clones evaluated, behaving very similar in performance, however the clones that showed the highest performance were clone 5 with (21.76 ton / ha) and 9 with 21.59 ton / he has. To determine the best fertilizer dose, a cost-benefit analysis was performed that identified dose 4 as the best performing with 207.87%.

Key words: Creole potato, clones, fertilization, yield, Solanun phureja.

CONTENIDO

Capítulo 1.....	1
1. Introducción	1
1.2 Planteamiento y descripción del problema	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos.....	8
1.4.1 Objetivo general.....	8
1.4.2 Objetivos Específicos.....	8
Capítulo 2.....	9
2. Marco de referencia	9
2.1 Antecedentes.....	9
2.1.1 Interrelación entre la densidad de tallos y la tasa de multiplicación de tubérculos en papa criolla (<i>Solanum phureja</i> , Juz. et Buk) variedad "yema de huevo".....	9
2.1.2 Evaluación del rendimiento en papa criolla (<i>Solanum phureja</i>) variedad "yema de huevo", bajo diferentes densidades de siembra en la Sabana de Bogotá	10
2.1.3 Criolla latina, criolla paisa y criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el departamento de Antioquia (Colombia).....	10
2.1.4 Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla <i>Solanum phureja</i>	11
2.1.5 Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y Mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn y Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (<i>Solanum phureja</i>) variedad Criolla Colombia.....	12
2.1.6 Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar ‘Criolla Guaneña’ en el departamento de Nariño.....	12
2.1.7 Evaluación de las características morfoagronómicas y de la producción de nueve clones nativos de papa criolla (<i>Solanum phureja</i> Juz et Buck L.) en el municipio de Mutiscua – Norte de Santander. (1ra fase)	13
2.1.8 Comparación del potencial de rendimiento de diez clones nativos de papa criolla (<i>Solanum phureja</i> Juz et Buk) en dos ciclos productivos del Municipio de Chitagá- Norte de Santander	14
2.1.9 Evaluación del rendimiento agronómico de diez clones de papa criolla, (<i>Solanum phureja</i> Juz et Buck L.) en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander (2 ^{da} fase).	15
2.1.10. Comparación de diez clones de papa criolla (<i>Solanum phureja</i> , Just et Buck durante dos ciclos productivos en la vereda Chichira del municipio De Pamplona Norte De Santander.	16
2.2 Marco contextual	17

2.3 Marco teórico	19
2.3.1 Generalidades.....	19
2.3.2 Clasificación Taxonómica.....	21
2.3.3 Condiciones de desarrollo para el cultivo	22
2.3.4 Etapas fenológicas del cultivo.....	23
2.3.5 Necesidades y deficiencias en papa criolla del nitrógeno, fósforo, y potasio	23
2.4 Fertilización en papa	26
2.4.1 Fertilizante de mezcla física.....	26
2.5 Marco legal	30
Capítulo 3.....	33
3. Metodología	33
3.1 Ubicación	33
3.2 Datos del material vegetal.....	34
3.3 Diseño experimental	35
3.4 Plano del ensayo	35
3.5 Preparación del terreno:	36
3.5.1 Fertilización edáfica.....	36
3.6 Recolección de datos y evaluación de campo.....	39
3.6.1 Altura de la planta.	40
3.6.4 Área Foliar	41
3.6.5 Rendimiento.	43
3.7 Análisis de la información	44
Capítulo 4.....	46
4. Resultados y discusión.....	46
4.2 Análisis estadísticos para los rendimientos por tratamiento	48
4.2 Correlaciones entre el rendimiento y variables morfofisiológicas.....	54
4.2.1 Correlación entre altura de la planta y rendimiento	54
4.2.2 Regresión simple, entre el calibre y el rendimiento	56
4.2.3 Regresión simple entre el número de tallos en relación con el rendimiento	58
4.2.4. Regresión Simple, Área foliar en relación con el rendimiento	60
4.3 Análisis de rentabilidad de los sistemas de fertilización.....	62
4.4 Evaluación de la sanidad de los tubérculos.....	64

5.	Conclusiones	66
6.	Recomendaciones.....	67
7.	Referencias bibliográficas	68
8.	ANEXOS.	72

Listas

Lista de tablas	ix
Lista de Figuras.....	¡Error! Marcador no definido.

Lista de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa criolla.....	21
Tabla 2. Análisis químico de la papa.	22
Tabla 3. Recomendaciones para la fertilización del cultivo de papa en Colombia	27
Tabla 4. Ficha técnica de la cal agrícola	28
Tabla 5. Ficha técnica fertilizante triple 15	29
Tabla 6. Nutrientes Abotek	30
Tabla 7. Resumen análisis de suelo.....	33
Tabla 8. Datos de los materiales a utilizar	34
Tabla 9. Dosis de fertilización utilizadas en el ciclo del cultivo.....	37
Tabla 10. Recomendaciones para la primera fertilización	38
Tabla 11. Recomendaciones para la fertilización en el deshierbe.....	38
Tabla 12. Distribución de los tratamientos.....	39
Tabla 13. Resumen estadístico para rendimiento	49
Tabla 14. Tabla ANOVA para rendimiento por tratamiento	51
Tabla 15. Pruebas de Rangos Múltiple para rendimiento por tratamiento.....	51
Tabla 16. Prueba de Kruskal-Wallis para rendimiento por tratamiento.....	52
Tabla 17. Regresión Simple, la altura en relación con rendimiento	55
Tabla 18. Regresión Simple, el Calibre en relación del rendimiento	57
Tabla 19. Regresión Simple, N° de tallos en relación con el rendimiento	59
Tabla 20. Regresión Simple, Area foliar en relación con el rendimiento.....	61
Tabla 21. Análisis de rentabilidad para cada uno de los sistemas de fertilización.	63

Lista de figuras

Figura 1. Mapa del Municipio de Mutiscua, Norte de Santander..	18
Figura 2. Fenología de la papa criolla (SQM, 2010).....	23
Figura 3. Extracción diaria de macronutrientes para el cultivo de papa.	24
Figura 4. Distribución de materiales y dosis de fertilización	35
Figura 5. Número de tubérculos por categoría en cada tratamiento.....	46
Figura 6. Comparación del peso en kg por categoría con cada tratamiento	47
Figura 7. Comparación del rendimiento de cada clon de acuerdo a cada dosis utilizada.....	53
Figura 8. Porcentaje de daño ocasionado por enfermedades en el tubérculo	64
Figura 9. Porcentaje de afectación de tubérculos por insectos	65

Capítulo 1

1. Introducción

EL Cultivo de papa es originario de la región andina de América; la papa criolla se extiende desde México hasta el norte de Chile. Pertenece taxonómicamente a la familia Solanácea, lo que la hace susceptible a una serie de enfermedades y plagas en las que se destacan la gota *Phytophthora infestans* y la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* la plaga más limitante. Hace parte de la serie tuberosa, de las cuales Colombia es centro de origen de cuatro especies entre las que se destacan comercialmente la *Solanum tuberosum*, *S. andígena* y *Solanum phureja*. (Bonierbale, 2004)

Es una planta de 60 cm de alto, conformada por varios tallos herbáceos con muchas ramificaciones de donde brotan flores diversos colores dentro de los que se destacan blancas o rojas que se conservan hasta el final del ciclo y hojas compuestas de color verde oscuro. El sistema radical se conforma de raíces con ramificaciones laterales y estolones a partir de los cuales se forman los tubérculos, que son órganos de reserva de la planta. El color de los tubérculos tiene distintos matices de amarillo y, en algunos casos, presenta tintes rojos; tiene forma redonda a ovoide, ojos distribuidos por toda la superficie. En promedio, se estima que la planta produce hasta 40 tubérculos de diverso tamaño esparcidos en contorno. (Angelfire, 2000)

En Colombia, el nombre de papa criolla corresponde a los morfotipos que presentan tubérculos con color de piel y carne amarilla (fenotipo yema de huevo). (Rodríguez, Ñustez & Estrada, 2009). En el país el cultivo de papa criolla para el año 2014 se desarrolló en cerca de 132.323 en un área de 9.954 hectáreas con una producción de 12.61 ton/ha, (Agronet, 2014), de

las cuales la papa diploide representa aproximadamente el 6% del área sembrada, con exportación cercanas a 1.000 t/año. (Fedepapa, 2014).

Colombia es el mayor productor, consumidor y exportador de papas diploides en el mundo; tiene una ventaja competitiva notable en razón de ser centro de diversidad y poseer gran aceptación por los consumidores debido a las características organolépticas y nutricionales del tubérculo. Adicionalmente, en el país se ha desarrollado una amplia tradición como cultivo tecnificado con potencial de industrialización y exportación. (Rodríguez et al, 2009)

Debido a la importancia de la papa criolla para nuestro país y departamento, el estudio se llevará a cabo en el municipio de Mutiscua, departamento de Norte de Santander, vereda San Agustín, a una altura de 2.765 m.s.n.m. Es un municipio que se caracteriza en la producción agrícola de hortalizas y tubérculos en las que se encuentra la papa, su población mayoritaria se encuentra en la zona rural, catalogado como el primer productor de hortalizas de clima frío del departamento de Norte de Santander (Herreño, 2015). Como producto de las investigaciones realizadas por Herreño y (Cisneros, 2015) en esta localidad, se identifican tres clones promisorios a los cuales se les va determinar el mejor nivel de fertilización teniendo en cuenta la tecnología del productor y el análisis de suelo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización en el rendimiento de cuatro clones de papa *Solanum phureja*.

1.2 Planteamiento y descripción del problema

En el municipio de Mutiscua la problemática respecto al cultivo de papa criolla presenta varias dificultades como el desconocimiento de la semilla utilizada y el no tener accesos a semilla que se adapten a las condiciones agroecológicas, lo que ha conllevado a pérdidas constantes, aumentando los costos de producción y contaminación del medio ambiente. En la actualidad se ha tratado de buscar una solución a este problema, implementando el uso de semilla certificada traída de diferentes departamentos de Colombia especialmente de Cundinamarca y Boyacá; causando pérdidas en algunos predios debido a las diferentes de condiciones agroecológicas que tenemos con otros departamentos. Es por eso que la implementación de acciones que generen investigación del cultivo de la papa, centrándonos en la búsqueda de una variedad que brinden un buen rendimiento y adaptación a la zona, es fundamental para contar con un material diferente a la variedad Colombia, que cumpla con las necesidades de los agricultores de la región. Obteniendo mayor seguridad a la hora de elegir un material de papa que satisfaga sus necesidades de rendimiento, adaptación, resistencia, etc.

La investigación, en materiales genéticos de papa criolla para la región se perdió después de las décadas de los 80 y 90 en donde el Programa Nacional de Tuberosas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en convenio Centro Internacional de la Papa (CIP) realizaban pruebas regionales que permitieron lanzar dos variedades: la ICA Chitagá y la ICA Mutiscua (*Solanum tuberosum*). El reciente estudio de Herreño (2015), donde se ha evaluado nueve clones de papa para evaluar sus características morfo agronómicas en el territorio de estudio, Se destaca la diferencia de un clon con un tubérculo de distinto habito de crecimiento, color de tallo y flor, color de la pulpa y piel del tubérculo, para los otros clones se evaluó de forma participativa

destacando las plantas vigorosas con resistencia a plagas y enfermedades y encontrando materiales promisorios los clones 5, 6 y 9, presentando rendimientos superiores al testigos y que a su vez superan la producción del promedio departamental (21,48 ton/ha). (Agronet, 2014)

La utilización indiscriminada de agroquímicos y el uso de fertilizante sin tener en cuenta los análisis de suelos en los predios de nuestros productores, son un problema presente en la mayoría de predios, que incide en los altos costos de producción, la contaminación del medio ambiente y el deterioro de suelos.

1.3 Justificación

Según Federación Colombiana de productores de papa FEDEPAPA, en el país se produce papa criolla durante todo el año. El área cosechada en papa en Colombia para el año 2014 según el Censo Nacional Agropecuario del DANE, alcanzó 143.200 has. Con una producción de 2'395.240 ton (Fedepapa, 2014), disperso en 250 municipios de la zona fría y muy fría de la región andina. La papa en Colombia comercialmente se cultiva entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m. Alturas inferiores o superiores a éstas, se consideran marginales. La zona óptima de producción se concentra entre 2.300 y 2.800 m.s.n.m. Con un rango de temperatura entre 10°C y 20°C, en suelos con textura franca y pH de 5,2 a 5, (Pérez, Rodríguez & Gomez, 2008). Razón por la cual es de gran importancia este cultivo para nuestro país y la región, aprovechando las condiciones agroecológicas debemos tomar este cultivo para realizar investigación que permita obtener una variedad que satisfaga las necesidades del productor. La papa es el producto de origen agrícola de mayor consumo per cápita aparente en el país, oscila entre los 62 kg/hab/año. (Ministerio de Agricultura, 2010). Se consumen de distintas maneras: papas fritas, cocidas, puré, para la sopa, etc. Por estos argumentos se justifica participar en la búsqueda de una variedad que cumpla con

los requisitos de consumo, clasificándose generalmente en 4 categorías cero, primera, segunda y riche. Las dos primeras categorías son utilizadas en agroindustria y la categoría segunda para semilla y consumo en fresco. La papa criolla es un producto de bastante aceptación en la canasta familiar, debido a su valor nutritivo y económicamente accesible para todas las personas de los distintos estratos sociales.

El promedio de producción reportado de papa criolla en Colombia para el año 2014 es de 12.61 ton/ha. El departamento de Norte de Santander se encuentra en el sexto lugar de producción de papa con un 9.92% en la cadena productiva de la papa criolla en el país, con un área cosechada de 724 ha con una producción de 21,48 ton/ha. En Colombia el primer municipio en producción de papa es Subachoque en Cundinamarca. En el Norte de Santander se destacan municipios de Mutiscua, Silos, Chitagá, Pamplona y Cécota. Motivo por el cual el proyecto desarrollado en alianza por CORPOICA y la UNIVERISDAD DE PAMPLONA, han escogido tres municipios dentro de los que se encuentra Mutiscua cuyo convenio consiste en lanzar una variedad de papa criolla para el año 2017 con altos potenciales de rendimiento y comercialización para consumo en fresco, para apoyar el sector agropecuario en especial a la economía de los agricultores fortaleciendo el desarrollo productivo del municipio y de la región.

Es por esto que la importancia de realizar ensayos en el cultivo de papa criolla vinculando pruebas de fertilización y densidades de siembra que contribuyan con el cumplimiento de este proyecto de investigación que hace parte una de las fases de Pruebas de Evaluación Agronómica (PEAs). Este proyecto de investigación sienta sus bases en las investigaciones hechas entre el convenio entre CORPOICA y la Universidad de Pamplona, cuya finalidad del convenio es lanzar una variedad de papa criolla para el año 2017 con altos potenciales de rendimiento y comercialización para consumo en fresco. De esta manera se aporta a la economía de los

agricultores y al desarrollo productivo del municipio y de la región. Este proceso involucra la participación de productores e instituciones del sector agropecuario, identificando los materiales genéticos de papa criolla que se adapten a las condiciones ambientales del municipio. Según los estudios ya realizados por (Herreño, 2015), (Cisneros, 2015), (Villamizar, 2015) y (García, 2016) en la provincia de Pamplona se tendrá en cuenta los 3 mejores materiales encontrados en estas investigaciones que para la primera fue clon 5, 6, 9 y para la segunda 2, 5, 9 para dar respuesta de una fertilización adecuada, un manejo agronómico, acorde a las condiciones agroecológicas de la región.

En el año 2013 debido a la gestión de la Universidad de Pamplona y el apoyo de CORPOICA se realizó un Curso de Actualización en Nutrición y Manejo Integrado de Cultivo de papa donde hubo una amplia participación, acordando fortalecer la cadena de la papa mediante cinco proyectos prioritarios.

Producción de semilla certificada en el departamento Norte de Santander para el mercado regional y venezolano.

Evaluación de materiales promisorios de papa criolla en la región.

Producción de papa bajo los criterios de buenas prácticas agrícolas.

Fortalecimiento socio-empresarial de la base social de la papa.

Retomar la investigación en papa.

El grupo de participantes consideró que con el desarrollo de estos proyectos se podría empezar a recuperar el espacio perdido y solicitaron a las entidades actuar en consecuencia. Lo anterior dio origen el convenio No. 1828-09-2014 entre CORPOICA-UNIPAMPLONA, que

busca evaluar el comportamiento agronómico de los materiales bajo las condiciones agroecológicas de los municipios paperos del Norte de Santander, en este caso Mutiscua. Tras esa evaluación, según (Herreño, 2015), de los materiales evaluados los clones 5, 6 y 9, presentaron rendimientos superiores al promedio departamental (21.5 t·ha⁻¹), razones por las cuales se quiere trabajar con 3 variedades que tras estudios anteriores en la región presentaron buenos rendimientos. En los estudios mencionados recomiendan intervenir en la fertilización, variable que no se han sido estudiada antes, con el objetivo de elaborar un paquete tecnológico que brinde a el agricultor diferentes variables (variedad, densidad de planta y fertilización) que le generen mayor seguridad a la hora de elegir la semilla y hacer el manejo agronómico correspondiente para obtener mayor producción.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de cuatro niveles de fertilización en el rendimiento de cuatro clones promisorios de papa criolla *Solanum phureja* en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander

1.4.2 Objetivos Específicos

Calcular la producción en peso y tamaño del tubérculo clasificados según su tamaño (cero, primera, segunda y riche).

Evaluar el rendimiento (ton/ha) por clon de acuerdo con los tratamientos de fertilización.

Determinar la influencia de las variables agronómicas altura de la planta, número de tallos, calibre de tallos y área foliar en el rendimiento de los clones evaluados.

Identificar cual es el mejor sistema de fertilización para las condiciones agroecológicas de municipio de Mutiscua.

Capítulo 2

2. Marco de referencia

2.1 Antecedentes

Como antecedentes para este proyecto de investigación se hizo una revisión de literatura de los trabajos realizados en la zona relacionada con papa criolla y los estudios que vinculan la fertilización con el objetivo de establecer bases y criterios para el desarrollo de la investigación a continuación se describen los principales estudios.

2.1.1 Interrelación entre la densidad de tallos y la tasa de multiplicación de tubérculos en papa criolla (*Solanum phureja*, Juz. et Buk) variedad "yema de huevo"

Se evaluó el efecto de diferentes densidades de siembra sobre la densidad de tallos (número de tallos/m²) y la tasa de multiplicación (número de tubérculos producidos a partir de un tubérculo-germinilla) en papa criolla (*Solanum phureja*, Juz. et Buk.) variedad "yema de huevo", utilizando cuatro distancias entre surcos (0,70; 0,80; 0,90 y 1,0 m.) y tres distancias entre plantas (0,20; 0,25 y 0,30 m.), también, se cuantificó el número de ojos sembrados y se estableció la correlación entre estas variables. (Bustos, Arias & Ñustes, 1996).

Los resultados mostraron que la densidad de tallos se incrementó significativamente cuando se disminuyó la distancia entre plantas y la distancia entre surcos, pero no se correlacionó significativamente con la tasa de multiplicación. Cuando se utilizaron distancias entre plantas menores de 0,30 m la tasa de multiplicación fue mayor, y no se vio afectada por la distancia entre surcos. El número de ojos sembrados/m² se correlacionó directamente con la densidad de tallos y, en forma inversa, con la tasa de multiplicación. (Bustos *et al.*, 1996).

2.1.2 Evaluación del rendimiento en papa criolla (*Solanum phureja*) variedad "yema de huevo", bajo diferentes densidades de siembra en la Sabana de Bogotá

Se evaluó el rendimiento de papa criolla (*Solanum phureja* Juz. et Buk.) variedad "yema de huevo", bajo diferentes densidades de siembra, utilizando cuatro distancias entre surcos (0,70; 0,80; 0,90 y 1,0 m) y tres distancias entre plantas (0,20; 0,25 y 0,30 m), en la Estación Experimental "Marengo", ubicada en el municipio de Mosquera (Cundinamarca, Colombia). Las variables de rendimiento evaluadas fueron: peso y número de los tubérculos de primera, segunda y tercera clase por metro cuadrado, y peso y número total de tubérculos/m². Las diferentes densidades evaluadas en el experimento no presentaron diferencias significativas para el número y peso de tubérculos de primera y segunda clase. Para las distancias entre surcos menores de un metro, se encontraron incrementos significativos en el peso total de tubérculos, pero se redujo el tamaño promedio de los mismos, es decir, que se obtuvo mayor número y peso de tubérculos de tercera clase. (Bustos, Arias & Ñustez, 1996).

2.1.3 Criolla latina, criolla paisa y criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el departamento de Antioquia (Colombia).

Se evaluaron nueve clones de papa criolla durante dos semestres consecutivos en cuatro localidades del departamento de Antioquia (Colombia), a través de las siguientes variables agronómicas: potencial de rendimiento del tubérculo, rendimiento en el proceso de enlatado, gravedad específica, respuesta a *Phytophthora infestans* y estabilidad fenotípica. La estabilidad fenotípica fue medida por el procedimiento de rendimiento estabilidad. La contribución de cada clon en la interacción genotipo-ambiente fue calculada mediante la varianza de Shukla. El estudio permitió seleccionar tres clones superiores de papa criolla, que fueron registrados como nuevos cultivares en el año 2005. Estos fueron: 'Criolla Latina' (98-68.5), con rendimiento entre

18 y 20 t ha⁻¹, resistencia moderada a *P. infestans*, y buena aptitud para enlatado o encurtido; ‘Criolla Paisa’ (98-70-12), rendimiento de 22 a 25 t ha⁻¹, resistencia moderada a *P. infestans*, y buena aptitud para consumo en fresco; y ‘Criolla Colombia’ (Clon 1), rendimiento entre 13 y 15 t ha⁻¹, sensible a *P. infestans*, y adecuada para consumo en fresco y elaboración de papa precocida congelada. (Rodriguez et al, 2009)

2.1.4 Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla *Solanum phureja*.

El presente trabajo consistió en evaluar el rendimiento de *S.phureja* con la aplicación de fertilizante químico 13-26-6 en dosis de 0, 600, 900 y 1.200 kg.ha⁻¹ y abono orgánico en dosis de 0, 800, 1.000 y 1.200 kg.ha⁻¹, para lo cual se estableció un ensayo en la vereda Villa Nueva, municipio de Providencia (Nariño, Colombia). Los resultados mostraron que la fertilización conjunta de abono químico 13-26-6 y abono orgánico en dosis de 300-800 kg. ha⁻¹ dieron los mayores rendimientos de *S. phureja* de primera y total, con 6.366,7 y 13.888,9 kg.ha⁻¹, respectivamente. (Muñoz y Lucero, 2008).

Además, se encontró que para el cultivo de papa criolla las cantidades adecuadas de abono orgánico están entre 800 y 1.200 kg.ha⁻¹ y la mejor dosis de fertilizante químico fue la de 300 kg.ha⁻¹. En la localidad evaluada los resultados mostraron que el cultivo de *S. phureja* reaccionó favorablemente en cuanto a rendimiento con dosis altas de abono orgánico; pero la dosis 900 kg.ha⁻¹ de fertilizante químico 13-26-6 no incrementó la producción, tal vez porque las mayores cantidades de nitrógeno inciden en un desarrollo excesivo de follaje y no de tubérculos. El análisis económico demostró que el tratamiento 300/800 kg.ha⁻¹ de fertilizante químico y abono orgánico fue el que tuvo la mayor relación beneficio-costos. (Muñoz y Lucero, 2008).

2.1.5 Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y Mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn y Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (*Solanum phureja*) variedad Criolla Colombia.

Se evaluó el efecto del fraccionamiento de la fertilización edáfica con nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y la aplicación de boro, manganeso y zinc, sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de tubérculo en la variedad de papa Criolla Colombia. Se utilizó un diseño de bloques al azar con estructura factorial 24×2 . Se presentaron diferencias estadísticas para las variables de crecimiento y desarrollo, rendimiento y calidad de tubérculos. No se observó efecto de los tratamientos para la interacción entre elementos menores, por lo cual el análisis se centró en el efecto del fraccionamiento de N-P-K y Mg y los niveles de fertilización con boro, manganeso y cinc. La fertilización sin fraccionamiento de N-P-K-Mg favoreció mejor desarrollo foliar y mayor potencial de rendimiento, por lo cual no se recomienda su fraccionamiento. Se observaron respuestas positivas a la aplicación de boro para la variable rendimiento y se encontró que su respuesta es complementaria al acompañamiento de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio en la fertilización. La variable gravedad específica presentó valores mayores a 1,088 mientras que el contenido de materia seca fue mayor en los tratamientos testigos y en el fraccionamiento; la aplicación de manganeso estuvo relacionada con incrementos en el contenido de materia seca posiblemente por contribuir a una mayor fotosíntesis neta. (Pérez et al, 2008).

2.1.6 Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar ‘Criolla Guaneña’ en el departamento de Nariño.

Esta investigación se realizó en dos localidades del municipio de Pasto (Nariño): Obonuco y Jamondino y tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación edáfica de diferentes niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento de tubérculos y la gravedad específica del cultivar

Criolla Guaneña. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones y estructura factorial 5x2, donde el primer factor corresponde a fósforo (0; 50; 100; 150; 200 kg·ha⁻¹ de P₂O₅, fuente Superfosfato Triple), y el segundo, potasio (50 y 100 kg·ha⁻¹ de K₂O, fuente KCl). Las variables evaluadas fueron gravedad específica y rendimiento de tubérculo en las categorías cero (PTO, $\phi > 6$ cm), primera (PT1, $\phi 4 - 6$ cm), segunda (PT2, $\phi 2 - 4$ cm), tercera (PT3, $\phi < 2$ cm) y total (PTT). Los resultados no demostraron diferencias en las variables evaluadas para el factor fósforo ni para el factor potasio, tampoco se presentó interacción entre ellos. (Becerra-Sanabria, Navia-de Mosquera & Núñez-López, 2007).

2.1.7 Evaluación de las características morfoagronómicas y de la producción de nueve clones nativos de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buck L.) en el municipio de Mutiscua – Norte de Santander. (1ra fase)

Esta investigación se realizó en el municipio de Mutiscua, en la vereda San Agustín, con el objetivo de Evaluar nueve clones nativos de papas criollas procedentes del banco de germoplasma de CORPOICA (Romero, 2009) por sus características morfoagronómicas y de producción, esta investigación se realizó entre noviembre del 2014 y 2015. Realizando un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, utilizando una unidad experimental de 4 surcos (10 m largo c/u), y 30 plantas, a una distancia de 30 cm x 80 cm para un total de 480 tubérculos por clon. Utilizando las guías para las caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papas nativas. Obteniendo como resultado la caracterización morfológica de los clones evaluados encontrando diferencia en el clon 8 por presentar características morfoagronómicas muy diferentes a los demás clones, presentando diferencia en el hábito de crecimiento, altura, color

del tallo, forma de las aristas del tallo, color de la flor, y color de la pulpa y piel del tubérculo. Y evaluando el rendimiento en peso y número de tubérculo por categorías, de los materiales estudiados seis presentaron rendimientos superiores al testigo la variedad Colombia, destacando la producción de los clones 5, 6 y 9 con rendimientos superiores al testigo con rendimientos superiores al promedio departamental (21.5 t·ha⁻¹). Se recomienda continuar con varios ciclos de pruebas de evaluación agronómica en la misma localidad para evaluar el efecto del clima y del ambiente en un periodo de tiempo más largo e incluir análisis de comparación múltiple para área foliar, número de tallos, altura de la planta, número de tubérculos y número de hojas como componentes de rendimiento. (Herreño, 2015)

2.1.8 Comparación del potencial de rendimiento de diez clones nativos de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buk) en dos ciclos productivos del Municipio de Chitagá- Norte de Santander

Esa investigación se realizó en el municipio de Chitagá, en la vereda Carrillo, con el objetivo de comparar el potencial de rendimiento de diez clones nativos de papa en dos ciclos productivos en el Municipio de Chitagá-Norte de Santander. Para esto se realizó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, utilizando una unidad experimental de 4 surcos (10 m largo c/u), y 30 plantas, a una distancia de 30 cm x 80 cm para un total de 480 tubérculos por clon. Para el análisis estadístico se aplicó un análisis de varianza con dos factores. A fin de observar la influencia que tienen las variables de tipo agronómico altura de la planta, número de tallo, largo y ancho de la hoja en el rendimiento del tubérculo. Las cuales se tomaron en plena floración y en la cosecha se clasificaron por categorías (cero, primera, segunda y riche). Como resultado los clones que presentaron mayor rendimiento superando a la variedad Colombia el clon 2 con una producción de 42,7 T/ha en el primer ciclo y 18,4 t/ha en el segundo ciclo y para el clon 9 42,3

t/ha y 15,9 t/ha. Concluyendo que las variables morfológicas que influyen en este rendimiento son las variables ancho de la hoja y número de tallos, sugiriendo realizar estudios relacionados con fertilización y densidad siembra para tener más parámetros agronómicos que beneficien a los productores. (Villamizar, 2015)

2.1.9 Evaluación del rendimiento agronómico de diez clones de papa criolla, (*Solanum phureja* Juz et Buck L.) en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander (2^{da} fase).

Esa investigación se realizó en el municipio de Mutiscua, en la vereda San Agustín, finca Villa Rica con el objetivo de evaluar el rendimiento agronómico de diez clones de papa criolla *Solanum phureja*. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; la unidad experimental se realizó con parcelas de 3.20 metros de ancho y 10 m de largo. La distancia de siembra es de 0.8 m entre surcos y 0.3 m entre plantas. El manejo agronómico de los ensayos se llevó a cabo por el agricultor encargado, con un manejo similar al que se realiza en la localidad. (Cisneros, 2015)

Para comparar el rendimiento de papa de diferentes clones se utilizó la técnica estadísticas ANOVA de un factor de bloques completos al azar. Donde el factor es el clon con 10 niveles, dentro de los 10 niveles hay uno que se tomó como control (testigo). La variable dependiente en este caso, el rendimiento es llevado a toneladas por hectáreas. También se realizó un contraste de hipótesis para el rendimiento total y por categorías, Para las variables de tipo cuantitativo se aplicó estadísticos descriptivos como promedios, desviación estándar, correlaciones y graficas estadísticas. Dando como resultado un rendimiento de 34.2 t/ha en el testigo variedad Colombia Pero los clones que más se acercaron al rendimiento de Criolla Colombia son el clon 9 (34.0 t/ha), clon 7 (33.5 t/ha) y el clon 3 (32.9 t/ha). Los demás clones alcanzaron rendimiento por

encima de las 30 t/ha, con excepción del clon 8 que presentó 28.7 t/ha. En esta prueba los clones evaluados no superaron en rendimiento a la variedad Criolla Colombia (testigo), aunque todos superaron el promedio nacional y departamental. A su vez recomienda continuar con los trabajos a nivel de campo para consolidar los datos sobre el comportamiento de estos materiales en un mayor lapso de tiempo y mejorar el entrenamiento de los estudiantes y docentes a nivel de campo para hacer estudios interdisciplinarios en la cadena productiva de la papa. (Cisneros, 2015)

2.1.10. Comparación de diez clones de papa criolla (*Solanum phureja*, Just et Buck durante dos ciclos productivos en la vereda Chichira del municipio De Pamplona Norte De Santander.

El objetivo de este trabajo fue comparar 10 clones de papa criolla durante dos ciclos productivos en la vereda de Chichira del Municipio de Pamplona- Norte de Santander. Para esto se realizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; la unidad experimental se realizó con cuatro surcos 10 m de largo con 30 plantas con surco para un total de 120 plantas por repetición, La distancia de siembra es de 80 cm entre surcos y 30cm entre plantas. El manejo agronómico de los ensayos se llevó a cabo por el agricultor encargado, con un manejo similar al que se realiza en la localidad. (Garcia, 2016)

Para analizar los datos de esta investigación se aplicó un diseño factorial con dos factores, el primero corresponde al factor Clón, con 10 niveles o tratamientos. El segundo factor es el ciclo con dos niveles. El promedio de rendimiento de papa obtenido en el ciclo 1 fue de 36,650 ton/ha y en el Ciclo 2 24,925 ton/ha. Mostrando que la prueba de comparación múltiple arroja como resultados que hay diferencias significativas entre el rendimiento por ciclo. En esta investigación,

como se dijo anteriormente se aplicó el análisis de regresión lineal simple para establecer la correlación entre las variables agronómicas de las plantas de papa criolla para observar la influencia en el rendimiento de la misma ton/ha. Las variables que se correlacionan mejor con el rendimiento fueron: Número de tallos por planta (65%), diámetro de tallos (56%), estas correlaciones fueron positivas y significa que a medida que crece la variable independiente, crece la variable dependiente. A su vez se realizó una prueba participativa de evaluación participativa en la cosecha evaluando los criterios de rendimiento, tubérculos gruesos, forma del tubérculo, libre de plagas y enfermedades, buen color; según esta votación para los participantes el clon que más cumplía con las variables fue el clon 4, seguido del clon 10. Concluyendo que los clones que superaron en rendimiento en los dos ciclos de las pruebas al testigo, (variedad Colombia, clon1 en la PEA), fueron en orden descendente, cuatro, siete, nueve, tres, seis y cinco. (García, 2016)

2.2 Marco contextual

El proyecto se realizara en el municipio de Mutiscua este se deriva del apellido del gallardo jefe Granadino coronel Manuel Mutis Gama, héroe de Turquí, quien murió el 1 de abril de 1847 en la batalla de Testua. En territorio de Mutiscua y a 4000 metros sobre el nivel del mar, se encuentra el famoso picacho conocido con el nombre de Nariz de Judío. Allí nace el riachuelo llamado Quebrada de la Plata, que más tarde toma el nombre de río Zulia, y engrosado con innumerables afluentes, va a morir en el lago de Maracaibo. Pocas regiones del antiguo Santander, más ricas en minerales que las de Mutiscua. Háyanse en su territorio oro, plata, hulla, hierro, cuarzo de distintas clases, cristal de roca, talco y sobre todo las famosas canteras de mármol. (Mutiscua, 2016).

El municipio de Mutiscua está ubicado en el departamento Norte de Santander a una altura la cabecera municipal de 2600 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 14 °C, Una superficie total de 159 km², Con distancias de referencia 27 km a Pamplona, 102 Km de Cúcuta Capital del Departamento, 98 Km de Bucaramanga. Una población de 3759 habitantes (DANE, 2005).

Figura 1. Mapa del Municipio de Mutiscua, Norte de



Fuente: (Mutiscua, 2016)

La finca villa Rica se encuentra ubicada en la Vereda San Agustín del municipio de Mutiscua.

Límites del municipio.

Norte: Pamplona y Cucutilla

Sur : Sielos

Este : Cúcuta y Pamplona

Oeste: Departamento de Santander.

2.3 Marco teórico

2.3.1 Generalidades

La papa posee los mayores recursos genéticos conocidos para un cultivo presentes en una gran cantidad y diversidad de especies y variedades existentes en los cuatro Bancos de Germoplasma más grandes para papa, como son: Centro Internacional de la Papa -CIP- (Perú), Interregional Potato Project, Winsconsin (EUA), Commonwealth (Gran Bretaña) y Banco Genético Mancomunado Alemán-Holandés (Alemania), con más de 200 especies silvestres y alrededor de 4000 variedades nativas primitivas. (Niño, 2009)

A través del tiempo se ha ajustado la denominación y clasificación de la papa; en 1971, Bukasov clasificó los cultivares de papa cultivada en 21 especies; posteriormente, en 1990 Hawkes clasificó en siete especies con siete subespecies; por otra parte, Ochoa en 1990 clasificó la papa en nueve especies con dos subespecies. En el año 2002, Huamán y Spooner, plantearon una especie simple *Solanum tuberosum* y ocho Grupos Morfológicos dentro de los que se encuentra el Grupo Phureja. La más reciente actualización se aceptó en 2007, en la que Spooner y colaboradores ampliaron el número de especies a cuatro y eliminaron los Grupos Morfológicos propuestos en el año 2002.

S. tuberosum Grupo Phureja se encuentra cultivado, preferentemente, en la parte oriental de los Andes y usualmente entre los 2000 – 3400 msnm. Su distribución geográfica se extiende desde el noroeste de Bolivia, toda la región oriental de los Andes peruanos, hasta Colombia y parte de Venezuela. Los cultivares pertenecientes a este grupo son precoces, de ahí su nombre nativo en Aymara, phureja, sus tubérculos no tienen periodo de reposo y es posible establecer ciclos de siembra - cosecha tres o cuatro veces al año (Ochoa, 2001).

Los morfotipos de papa criolla seleccionados ancestralmente en Colombia fueron los redondos amarillos que, en general, guardaban similitud entre sí por las características físicas del tubérculo y por palatabilidad; sin embargo, como materia prima en líneas de proceso industrial presentaba diferencias intrínsecas que afectaba considerablemente la calidad del producto final. Esta condición motivó desde los años noventa, un trabajo de identificación de clones de papa criolla óptimos en rendimiento agronómico y calidad industrial; el primer cultivar seleccionado de papa criolla fue el “Clon Uno” de la multivariedad “Yema de Huevo” el cual corresponde a un material vegetal nativo de flor roja, sin mejoramiento genético. Posteriormente, este clon ya diferenciado fue registrado en el año 2004 ante el ICA como variedad con el nombre “Criolla Colombia”, inicialmente para la Ecoregión Oriente de Antioquia.

Los elementos de la producción de papa criolla son muy similares a papa en general; los factores más limitantes son la ocurrencia de enfermedades, plagas, manejo de la fertilización, calidad de la semilla y daños por heladas; el 90% de la producción comercial de papa se realiza en terrenos de ladera y el 10% en suelos planos mecanizables. El marco socioeconómico bajo el cual se realiza la producción de papa en Colombia, en muchos aspectos aplica a papa criolla; la producción comercial se realiza entre 2000 y 3500 msnm y la zona óptima corresponde a áreas localizadas entre 2500 y 3000 msnm. Igual a la zona en la que queremos realizar nuestro estudio.

Bajo diferentes esquemas de cultivo, según la tenencia de la tierra, principalmente en sistemas de arrendamiento y aparcería, así como en explotaciones en tierra propia; se desarrolla bajo esquema de economía campesina, por parte de agricultores que trabajan en predios de

minifundio. Las épocas de siembra están sujetas a las condiciones climáticas, especialmente régimen de lluvias y ocurrencia de heladas (Díaz, 2005.)

2.3.2 Clasificación Taxonómica

Hay varios sistemas de clasificación de la papa, los cuales se basan principalmente en el número de series y especies reconocidas. Según D´Arcy (1991) la clasificación taxonómica de la papa es la siguiente:

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa criolla.

Reino	Vegetal
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Subclase	Metacalmidea
Orden	Tubiflorae
Familia	Solanaceae
Sub Familia	Solanoideae
Tribu	Solaneae
Genero	Solanum
Sección	Papa
Subsección	Petota
Serie	Tuberosa
Especie	<i>Solanum phureja</i>

Fuente: (Niño, 2009). Recopilación de la investigación del sistema productivo en papa.

En la clave desarrollada por Huamán y Spooner (2002) para los grupos de cultivares de *S. tuberosum* se incluyen características morfológicas y no morfológicas como respuesta a las heladas, dormancia de tubérculos, adaptación a longitud de día y nivel de ploidía, que mencionan los autores no son apropiadas para claves de especies silvestres, pero son necesarias para grupos de cultivares, ya que son las mayores características usadas en el reconocimiento de los mismos.

Tabla 2. Análisis químico de la papa.

COMPOSICIÓN	OTRAS VARIEDADES	PAPA CRIOLLA
Parte comestible %	100 %	100 %
Agua %	76,7 %	75,5 %
Calorías (100)%	8.0	8.0
Proteína %	1,9 %	2,5 %
Grasas %	0.1%	0.1 %
Carbohidratos %	0.1 %	18,7 %
Azúcares invertidos %	0.11%	
Fibra %	1. 0 %	2,2 %
Cenizas %	1. 0 %	1,0 %
Calcio mg/100 gr	4,0 %	7,0 %
Fosforo mg/100 gr	26.0 %	54,0 %
Hierro mg/100 gr	1.1 %	1. 0 %
A. Ascórbico mg/100 gr	20.0 %	15. 0 %

Fuente: (Ospino, 2008)

2.3.3 Condiciones de desarrollo para el cultivo

La papa criolla crece entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m., siendo óptima la altura comprendida entre 2.300 y 2.800 m.s.n.m (Becerra-Sanabria, 2007), con un rango de temperatura entre 10 °C y 20 °C, en suelos con textura franca y pH de 5,2 a 5, 9. (Pérez et al, 2008).

La papa criolla es producida a nivel nacional en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño y, en menor proporción, en Antioquia, Santander, Norte de Santander, Cauca y Tolima. Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través de su portal Agronet, para el año 2014 el promedio nacional se sitúa en 12.67 toneladas.

2.3.4 Etapas fenológicas del cultivo

La emergencia de los cultivos, la brotación, la floración, la fructificación y la madurez son ejemplos de estudios de fenología vegetal. Dentro de ciertas etapas se presentan periodos críticos, que son intervalos breves durante los que la planta presenta la máxima sensibilidad a determinados elementos, de manera que las oscilaciones en los valores de las variables climáticas se reflejarán en el rendimiento del cultivo

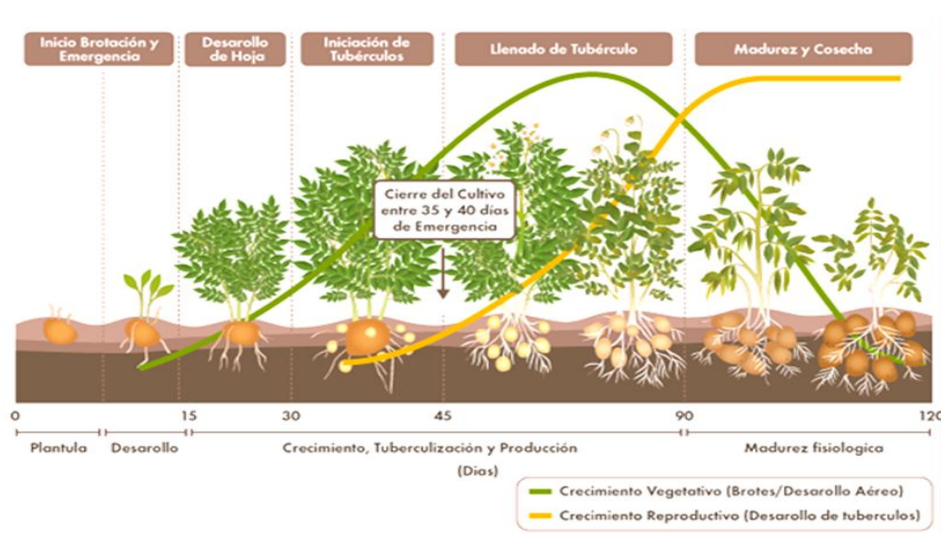


Figura 2. Fenología de la papa criolla (SQM, 2010)

2.3.5 Necesidades y deficiencias en papa criolla del nitrógeno, fósforo, y potasio

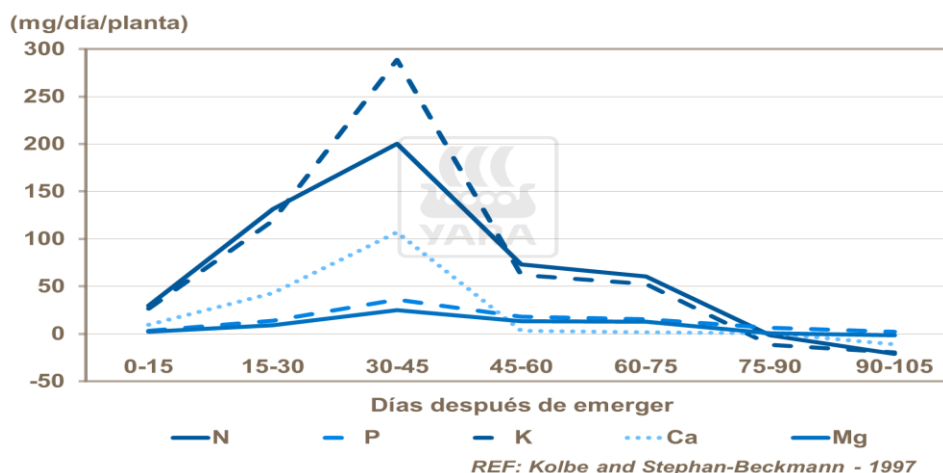
Nitrógeno (N)

La absorción de nutrientes varía con la fase de desarrollo del cultivo. Mientras la remoción es diferente de un campo a otro y depende del rendimiento, las plantas de la papa pueden consumir 50% más potasio que nitrógeno. Una cosecha de 70 t/ha podrá remover más de 200 kg/ha de potasio y 120 kg/ha de nitrógeno. Tanto el potasio como nitrógeno son nutrientes necesarios

durante todo el crecimiento vegetativo, la producción de tubérculos y el subsiguiente llenado de los mismos.

Como podemos observar en la figura 3, la mayor demanda de nutrimentos del cultivo de papa se presenta a partir de los 30 días de emergencia de las plantas (Yara C. , 2009) debido a una mayor intensidad de crecimiento y, con ella, una mayor producción de materia seca, incremento de raíces, área foliar entre otros, el gráfico terminan en diferentes niveles de extracción evidenciándose una posible especificidad para alguna variedad aunque no se afirma el documento.

Figura 3. Extracción diaria de macronutrientes para el cultivo de papa.



Con deficiencias de nitrógeno, las hojas toman un color amarillo/verde, son pequeñas y se caen en manera prematura. La planta se queda atrofiada en su desarrollo con solo unos pocos tallos delgados. La producción es baja y de pocos tubérculos. La cantidad total de nitrógeno que se aplica varía dependiendo del tiempo que será necesario que esté mantenida la masa foliar y también de las pérdidas potenciales como lixiviación. Cantidades óptimas de N varía con el tipo de suelo y los cultivos anteriores. (Yara Colombia, 2009)

Fósforo (P)

Las hojas viejas se enrollan hacia arriba y pueden desarrollar puntos necróticos en los márgenes. Los tubérculos pueden tener manchas de color rojizos, y las plantas son más bajas con tallos delgados. (Yara Colombia, 2009)

Lo más indicado es aplicar todo el fósforo al momento de la siembra, teniendo en cuenta la baja movilidad dentro del suelo y las características del sistema radical mencionadas antes. Se ha observado que la mayor profusión de raíces se da en los nudos cerca del tubérculo-semilla y la proporción de raíces es menor en la zona de influencia del aporque. Por esta razón, el fertilizante fosfórico debe estar muy cerca de las raíces. La localización hace que se reduzcan las posibilidades de fijación. No se considera viable aplicar fósforo al reabone, por cuanto no se ha visto respuesta a su aplicación.

Potasio (K)

Las hojas tomarán un color oscuro a azul/verdoso con una apariencia casi metálica bronceada. Pequeñas manchas necróticas aparecen primero en los márgenes y luego crecen con rapidez para cubrir la superficie de la hoja. Las hojas se enrollan hacia abajo y la punta de la hoja toma una forma ondular. El follaje se marchita y luego se muere conforme vaya avanzando la deficiencia. Los tubérculos tendrán manchas negras y al cortarlos obscurecen rápidamente. (Yara Colombia, 2009)

Es importante que la disponibilidad de potasio no sea factor limitante. En ensayos se ha visto que el nitrato de potasio es una formulación particularmente eficaz comparada con otras formas de potasio, proporcionando potasio hidrosoluble y de rápida absorción, además de nitrógeno nítrico. Por eso el nitrato de potasio es particularmente eficaz como aplicación de cobertera

durante la fase de llenado de los tubérculos. (Yara Colombia, 2009) “Es viable aplicar N y K después de la siembra ya que estos dos elementos son móviles (el N más que el K)”.

2.4 Fertilización en papa

El fertilizante es cualquier material orgánico o inorgánico, natural o sintético, que suministra a las plantas uno o más de los elementos nutricionales necesarios para su normal crecimiento. (Guerrero, 2001)

Fertilizante Complejo Granulado: Fertilizante cuyas partículas están constituidas por gránulos de diámetro variable que oscilan generalmente entre 2 y 4 mm. La gran ventaja de estos fertilizantes radica en que cada una de sus partículas presenta la misma composición química, lo que aumenta enormemente su eficiencia agronómica. (Guerrero, 2001)

2.4.1 Fertilizante de mezcla física

Es el fertilizante resultante de la simple mezcla física o mecánica entre dos o más materiales, sin que exista reacción química alguna. Presenta el inconveniente de la segregación física (heterogeneidad en la mezcla).

Tipo o Fuente de Fertilizante. Es bien sabido que para aplicar los diferentes nutrientes existen distintos tipos de fertilizantes, ya sean simples, cuando llevan solamente uno de los elementos mayores primarios (N, P o K), o compuestos, cuando llevan más de un elemento mayor. Los fertilizantes simples pueden ser nitrogenados, fosfóricos o potásicos, principalmente. Los fertilizantes compuestos pueden ser complejos granulados, cuando son obtenidos por reacción química y cada gránulo lleva la proporción N, P₂O₅, K₂O y otros nutrientes; o mezclas físicas que se obtienen mediante la mezcla de fertilizantes simples y cada gránulo contiene, únicamente,

la proporción de N, P₂O₅ o K₂O, contenida en la materia prima utilizada. Los fertilizantes complejos granulados ofrecen ventajas en comparación con las mezclas físicas, ya que no están sometidos a la separación de nutrientes o segregación, lo que aumenta su eficiencia en la aplicación, puesto que la cantidad de nutrientes es aplicada en forma homogénea en el suelo. (Nutrimon, 2012)

Dosis de Aplicación: La dosis de aplicación se refiere a la cantidad de fertilizante que se aplica por superficie cultivada, por planta o por árbol, durante cada etapa del cultivo. Este componente del plan de fertilización es muy importante por cuanto puede definir una buena parte de la productividad. La selección de la dosis debe tomar en cuenta, en la medida de lo posible, la totalidad de los factores discutidos previamente.

Tabla 3. Recomendaciones para la fertilización del cultivo de papa en Colombia

RECOMENDACIONES PARA LA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE PAPA EN COLOMBIA (QUINTA APROXIMACIÓN ICA, 1992)					
REGIÓN	RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO		Dosis de Nutrientes kg/ha		
	P Bray II (ppm)	K Meq/100g	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Páramos de Cundinamarca y Boyacá	< 40	<0,30	100-150	375-450	125-150
	40-60	0,30-0,60		300-375	100-125
	>60	>0,60		250-300	50-75
Altiplano Cundiboyacense	<40	<0,30	50-100	300-375	75-100
	40-60	0,30-0,60		250-375	50-75
	>60	>0,60		175-250	25-50
Altiplanos de Nariño	< 20	<0,30	75-150	300-400	75-100
	20-40	0,30-0,60		200-300	50-75
	>40	>0,60		100-200	25-50
Santanderes	<40	<0,30	75-150	200-300	75-100
	40-60	0,30-0,60		150-200	50-75
	>60	>0,60		75-150	25-50
Antioquia – Cordillera central	Suelos delgados		75-100	200-250	50-75
	Suelos profundos		100-150	300-450	25-50

Época de aplicación del fertilizante 50% a la siembra, 50% al aporque. Fuente: (Guerrero, 2001)

En esta tabla se observa que para los Santanderes las necesidades en kg/ha varían de acuerdo a las partes por millón de fósforo y los mili equivalentes en potasio que nos arroje el análisis de suelo, para el caso de Nitrógeno (Guerrero, 2001), establece una dosis de 75-150 kg/ha. Si comparamos con las necesidades de los suelos de Cundinamarca y Boyacá, observamos que las necesidades de P₂O₅ y K₂O son mayores en estos departamentos.

Es importante el uso de enmiendas y correctivos para nuestro proyecto se utilizó cal agrícola como enmienda que es un producto natural compuesto por Carbonatos de Calcio que proviene de la trituración, molienda y tamizado de roca caliza de alta pureza extraída de las minas.

Tabla 4. Ficha técnica de la cal agrícola

Fuente Mineral		Carbonato de calcio (CaCO₃), Roca fosfórica
Uso		Acondicionador inorgánico de suelos
Elementos que aporta		Fósforo (P ₂ O ₅)-Cálcio (CaO)
Estado Físico		Polvo
Color		Blanco a crema
Alcalinidad		Positiva
Humedad máxima		2 %
Composición garantizada		Calcio total soluble en HCl (CaO) 54,0% Fósforo total de lenta asimilación (P ₂ O ₅) 3,0%

(Diabonos, 2015)

Los fertilizantes de monómeros presentan alta eficiencia agronómica producto de un complejo proceso de producción con materias primas de la más alta calidad que permiten obtener una excelente granulometría y una alta disponibilidad para el cultivo. Cada gránulo de

NUTRIMON contiene la misma cantidad de nutrientes, permitiendo homogeneidad y uniformidad en su aplicación, garantizando productividad en su cultivo. La amplia canasta de fertilizantes complejos granulados, NUTRIMON, está desarrollada para suministrar a las plantas los elementos mayores: nitrógeno (N), fósforo (P₂O₅) y potasio (K₂O).

Para nuestro trabajo se quiere trabajar con un fertilizante que es muy utilizado por nuestros agricultores en la región, a continuación se presenta la ficha técnica:

Tabla 5. Ficha técnica fertilizante triple 15

Marca comercial	Nutrimón
Grado	15-15-15
Composición garantizada	Nitrógeno Total (N) 15 % Nitrógeno Amoniacal (N) 10.3 % Nitrógeno Nítrico (N) 4.7 % Fósforo asimilable (P ₂ O ₅) 15 % Potasio soluble en agua (K ₂ O) 15 %
Registro de Venta ICA	053
Tipo de abono	Fertilizante complejo granulado N-P-K para aplicación al suelo.
Empaque	Bultos de 50 kilos.
Aplicaciones	Fertilizante de propósito general, indicado para una amplia gama de cultivos, particularmente para algodón, sorgo, arroz, caña, hortalizas, café, piña, frutales y para la papa.

(Monmeros, 2015)

Abotek es un fertilizante granular complejo químico NPK, con alto contenido de potasio (23%) por lo que es especialmente adecuado para las etapas de producción. También se recomienda en otras situaciones que requieren una mayor demanda de potasio como prevención contra el daño por temperaturas frías y déficit de agua, entre otros.

Además de su alto contenido de potasio, aporta nitrógeno nítrico, fósforo asimilable, magnesio, azufre, zinc y boro, elementos necesarios para el crecimiento de las plantas y que en el balance presentado por Abotek, promueven la formación, crecimiento y desarrollo de frutos, granos y otros órganos de almacenamiento que se cosechan.

Es recomendado para muchos tipos de cultivos, incluyendo palma de aceite, café, plátano, frutales, cereales y papa, entre otros.

Tabla 6. Nutrientes Abotek

Nutrientes	
N 15%	P ₂ O ₅ 4 %
N nítrico 6.7%	
N amoniaca 18.3%	
Mg 0.4 %	K ₂ O 23 %
S 2 %	B 0.1%
Zn 0,1 %	Presentación: Granular

(Yara, 2015)

2.5 Marco legal

Teniendo en cuenta las resolución 04000 del 30 de diciembre de 1997 del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, por el cual se establecen los requisitos mínimos para emitir el concepto de evaluación agronómica de genotipos de papa criolla para comercializar en el territorio Colombia.

Y siguiendo el acuerdo No.186 de la Universidad de Pamplona del 02 de diciembre de 2005. Por el cual compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado. Donde en el capítulo VI. Trabajo de grado en los artículos:

Artículo 35.- Definición de Trabajo de Grado

En el Plan de Estudios de los programas, la Universidad establece como requisito para la obtención del título profesional, la realización por parte del estudiante, de un trabajo especial que se denomina “TRABAJO DE GRADO”, por medio del cual se consolida en el estudiante su formación integral, que le permite: a. Diagnosticar problemas y necesidades, utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad. b. Acopiar y analizar la información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicas. c. Desarrollar planes y ejecutar proyectos, que le permitan demostrar su capacidad en la toma de decisiones. d. Formular y evaluar proyectos. e. Aplicar el Método Científico a todos los procesos de estudio y decisión. PARÁGRAFO PRIMERO.- El Trabajo de Grado, según sus características puede ser realizado en forma individual o en grupo. Corresponde al Comité de Trabajo de Grado autorizar que dos (2) o más estudiantes se integren para realizar uno solo. En todos los casos, se presentará un sólo informe.

Artículo 36.- Modalidades de Trabajo de Grado: El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en las siguientes modalidades:

a. Investigación: Modalidad en la que se va a desarrollar este trabajo de grado. Comprende diseños y ejecución de proyectos que busque aportar soluciones nuevas a problemas teóricos o prácticos, adecuar y apropiar tecnologías y validar conocimientos producidos en otros contextos. Para los estudiantes que se acojan a esta modalidad, deberá presentar al Director de Departamento el anteproyecto que debe contener: propuesta para la participación en una línea de

investigación reconocida por la Universidad, tutor responsable del Trabajo de Grado y cronograma, previo estudio y aprobación de la misma, del respectivo Grupo de Investigación.

Capítulo 3

3. Metodología

3.1 Ubicación

El estudio se realizó en el municipio de Mutiscua (Norte de Santander – Colombia), vereda San Agustín, Finca Villa Rica, propiedad del Sr. Evaristo Pulido. La finca tiene un área total de 30 hectáreas. La finca está situada en las coordenadas 07°21.1451" Latitud Norte; 072°43.296" Longitud Oeste. Con una altitud de 2.765 m.s.n.m (GPSMAP 62sc).

De acuerdo con la interpretación del análisis de suelo, la localidad donde se evaluó los materiales presenta una textura franco-arenosa, con un pH fuertemente ácido de 4,10; con 5,14 cmol/kg de aluminio intercambiables (restrictivo), un porcentaje de materia orgánica media, con niveles de potasio y fosforo altos, como se ilustra en la tabla 7. Para mayor información ver el anexo 1 donde se describen el resultado de análisis de suelo de la finca donde se desarrolló el proyecto.

Tabla 7. Resumen análisis de suelo

Determinación Analítica	Unidad	Método	Valor	Interpretación
Textura al tacto		Organoléptico	FA	Franco- Arenoso
Ph		Potenciómetro	4,10	Fuerte a extremadamente acido
Conductividad Eléctrica	dS/m	Conductividad suelo: agua 1:5	1,02	NO SALINO
Materia Orgánica	%	Walkey & Black	8,57	MEDIO
Fosforo disponible	Mg/kg	Bray II	71,50	ALTO
Aluminio intercambiable (Al)	Cmol/kg	KCL	5,14	RESTRICTIVO
Potasio intercambiable	Cmol/kg	Acetato de amonio 1 N pH 7,0	0,60	ALTO
SATURACIÓN DE		Saturación de Calcio	30%	Bajo

BASES	Saturación de Magnesio	5%	Bajo
	Saturación de Potasio	6 %	Alto
	Saturación de Aluminio	49%	RESTRICTIVO
RELACIONES IÓNICA	Relacion Ca/ Mg	6,1	
	Relación (Ca+Mg)/k	6,0	
	Relacion Mg/K	0,8	
	Relación Ca/B	3689	

3.2 Datos del material vegetal

Los clones de papa utilizados en el ensayo, son clones nativos traídos de accesiones colectados por CORPOICA que no pertenecen a la región de Norte de Santander. Basándonos en los estudios realizados de (Herreño, 2015) y (Villamizar, 2015) señalan 3 clones, que presentaron unos resultados que superan el rendimiento promedio departamental (21,5 Ton / ha, decidiendo trabajar con 3 materiales clon 2, 5 y 9 y como testigo se trabajara con la Variedad Colombia. En la tabla 8 se relacionan los datos de cada materia vegetal nativo de papa criolla que se van a estudiar. A cada uno se le proporcionó un nombre experimental para mayor entendimiento en los datos y claridad para el agricultor.

Tabla 8. Datos de los materiales a utilizar

NOMBRE EXPERIMENTAL	IDENTIFICACIÓN DEL GENOTIPO (Registro)	ORIGEN DE COSECHA
CLON 2	15062515	Corregimiento el Encano, Municipio de Pasto, Nariño
CLON 5	15062586	Municipio de Güicán, Boyacá
CLON 9	15062594	Corregimiento el Encano, Municipio de Pasto Nariño
TESTIGO (Material convencional)	Variedad Criolla Colombia	Variedad nativa diploide. Selección clonal de la población de morfotipos de tubérculos redondos amarillos colombianos de <i>S. phureja</i> .

Fuente: (Herreño, 2015)

3.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones; la unidad experimental es una parcela con tres surcos de 5 metros de largo cada uno, con una distancia entre surcos de 0,80 m y distancia entre plantas de 0,30 m utilizando una dosis de fertilización diferente en cada parcela. Para un total de 48 tubérculos por parcela, 576 tubérculos por clon en las tres repeticiones.

El manejo agronómico se realizó teniendo en cuenta la tecnología local de producción utilizada por el agricultor de la zona y se comparan niveles de fertilización.

3.4 Plano del ensayo

Croquis del experimento en un diseño de bloques completos al azar, con 16 tratamientos (con su respectiva aleatorización) y 3 repeticiones:

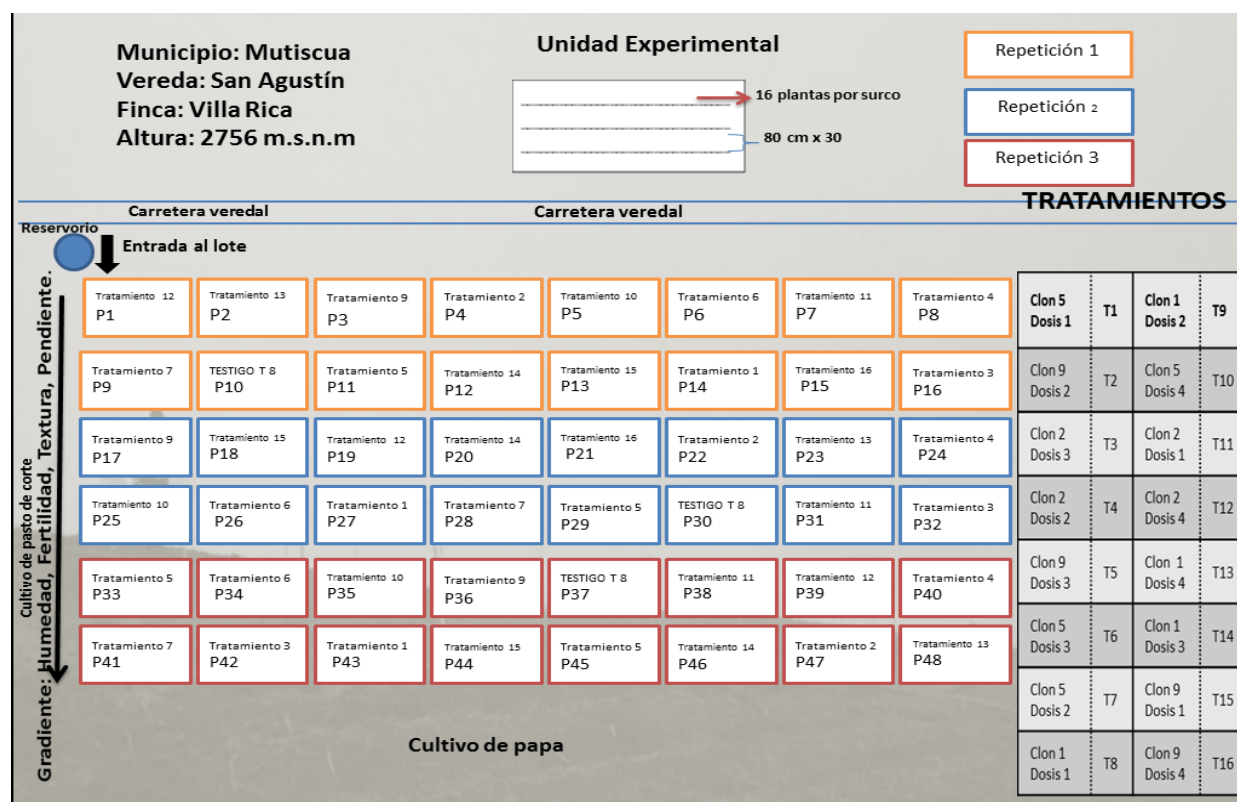


Figura 4. Distribución de materiales y dosis de fertilización

3.5 Preparación del terreno:

Previó a la siembra se realizó la ubicación, medición y preparación del terreno con motocultor. Se incorporó quince días antes en la preparación del terreno 600 kg/ ha de cal dolomita (esto en razón de los altos contenidos de Al intercambiable)

3.5.1 Fertilización edáfica

En la tabla 9 se observa las dosis de fertilización que se aplicaron a las parcelas:

1. La dosis edáfica utilizada por el agricultor. 20 gr/planta de triple 15 a la siembra (833,32kg/ha), gallinaza a los 30 días después de la emergencia del cultivo y 18 gr/planta de 15-4-23-4 (Abotek) en el momento del desyerbe.
2. 50% más que la dosis recomendada por el análisis, tabla 9: **(172 kg/ha N+126 kg/ha de P205+ 216 kg/ha de K20)**
 - Al momento de la siembra: 97,5 kg/ ha de Nitrógeno, 165 kg/ ha de fosforo y 102 kg de k20.

Para suplir este fertilizante se aplicó 16 gr de triple 15/ planta (666.65 kg/ha), más 6 gr de roca fosfórica (249,99 kg/ ha)

- Con el deshierbe y aporque: 75 kg/ ha de Nitrógeno, 114 kg/ de K2O.
3. La dosis recomendada por el análisis de Suelo, en el caso del análisis de suelo se recomienda tabla 10 y 11: **(65 kg/ha de N+ 110 kg/ha de P205+ 144 kg/ha de K2O).**
 - Se utilizara 65 kg/ ha de Nitrógeno, 110 kg/ ha de p2o5 y 68 kg de K20.

Para suplir estas necesidades se utilizara al momento de la siembra se utilizara 11 gr de triple 15 por planta (453 kg/ha) a las cuales se le adicionara 4gr de Roca fosfórica por planta (166 kg/ha) con el objetivo de aplicar todo el fosforo en la siembra pues este es de menor asimilación y se necesita en las primeras etapas de desarrollo.

- Con el deshierbe: 50 kg/ ha de Nitrógeno y 76 kg/ha de k₂o.
- 4. En la tabla 10 y 11 se muestra la dosis con 25% menos que la recomendada por el análisis, para esta se utilizó: **(86 kg/ha de N + 83 kg/ ha de P₂O₅ + 108 kg/ hade K₂O)**
- Al momento de la siembra: 48,75 kg/ ha de Nitrógeno, 82,5 kg/ ha de fosforo y 51 kg de k₂o. Para suplir este fertilizante se aplicara 8 gr de triple 15/ planta (333.32 kg/ha), más 3 gr de roca fosfórica (124,99 kg/ ha)
- Con el deshierbe y aporque: 37,5 kg/ ha de Nitrógeno, 57 kg/ha de K₂O.

Tabla 9. Dosis de fertilización utilizadas en el ciclo del cultivo.

N°	Recomendaciones	Kg de N / Ha	Kg de P ₂ O ₅ /ha	Kg de K ₂ O /ha
1	Agricultor	237	155	297
2	50% > A. suelo	172	126	216
3	Análisis de suelo	115	110	144
4	25 % < A. suelo	83	86	108

Tabla 10. Recomendaciones para la primera fertilización

N°	Recomendaciones	Fertilización siembra	gr/Planta	Kg/ha
1	Agricultor	Triple 15	20	833
2	50% > A.suelo	Triple 15	16	666
3	Análisis de suelo	Triple 15	11	458
4	25 % < A. suelo	Triple 15	9	375
		Fertilización siembra	gr/Planta	Kg/ha
2	50% > A.suelo	Roca fosfórica	6	250
3	Análisis de suelo	Roca fosfórica	4	167
4	25 % < A. suelo	Roca fosfórica	3	125

Tabla 11. Recomendaciones para la fertilización en el deshierbe

N°	Recomendaciones	Fertilización deshierbe	gr/Planta	Kg/ha
1	Agricultor	Abotek(15-4-23-4)	18	749,988
2	50% > A.suelo	Abotek(15-4-23-4)	12	450
3	Análisis de suelo	Abotek(15-4-23-4)	8	333,328
4	25 % < A. suelo	Abotek(15-4-23-4)	6	249

El ensayo responde a una matriz con cuatro materiales genéticos (clon 1 como testigo, clon 2, clon 5 y clon 9) y cuatro niveles de fertilización (D1 testigo la del agricultor, D2 50% por encima del análisis de suelos; D3 la recomendada por el análisis de suelos; D4 25% por debajo del

análisis de suelos). Los tratamientos se distribuyeron en bloques completamente al azar y con tres replicaciones.

Tabla 12. Distribución de los tratamientos

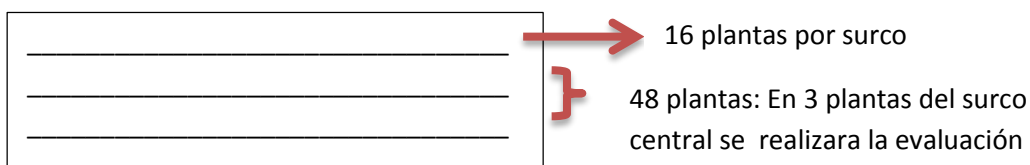
<i>N°</i>	<i>Identificación</i>	<i>Genotipo</i>	<i>Repeticón I</i>	<i>Repeticón II</i>	<i>Repeticón III</i>
1	TESTIGO	Criolla Colombia	P2 , P3, P10, P12	P17,P20,P23, P30	P36,P37,P46,P48
2	CLON 2	2515	P1, P7, P8, P16	P19,P24,P31, P32	P38,P39,P40, P42
3	CLON 5	2586	P5, P6, P9, P14	P25,P26,P27, P28	P34,P35,P41, P43
4	CLON 9	2594	P4, P11,P13, P15	P18,P21,P22, P29	P33,P44,P45, P48

3.6 Recolección de datos y evaluación de campo

Para evaluar el porcentaje de germinación de cada parcela se visitó el cultivo después de 22 días de siembra.

Los datos evaluados de caracterización morfológica de la planta fueron: Altura de la planta, número y grosor de tallos, largo y ancho de la hoja y área foliar. Esto se realizó con tres plantas de los surcos centrales de cada parcela es decir 144 plantas para toda la unidad experimental.

Figura 1. Descripción del diseño de cada una de las 48 parcelas.



La toma de datos morfológicos se realizó cuando la unidad experimental se encuentre en plena floración, es decir, el 75% de las plantas tengan flores, de igual manera el experimento será visitado con frecuencia con el propósito de monitorear plagas y enfermedades bajo las normas de

manejo integrado de plagas MIP. Los datos sobre estas características fueron registrados en el libro de campo sugerido por CORPOICA. Anexo 3.

3.6.1 Altura de la planta.

Es la longitud desde la base de los tallos hasta el brote apical más alto, se toma la altura del tallo central (ver foto 2). No se considera la altura de las inflorescencias si sobrepasan el brote apical más alto. Esta variable es de tipo cuantitativo tomada con cinta métrica. Se registró la altura de las plantas cuando un 75% de estas se encontraba en floración.

Foto 1. Altura de la planta



Fuente: Autor

3.6.2 Calibre del tallo. Esta variable se tomó con un pie de amigo del tallo central, tomando el tercio medio de la planta, esto se realizó con 3 plantas del surco central de cada parcela.

Foto 2. Calibre de tallo



Fuente: Autor

3.6.3 Número de tallos.

Esta variable se cuantificó contando el número total de tallos principales en tres plantas aleatoriamente por parcela.

Foto 3. Estudio número de tallos



Fuente: Autor

3.6.4 Área Foliar

En general, una alta productividad requiere una interceptación adecuada que aproveche al máximo la radiación solar. (Herbert, 2004) La estimación del área foliar constituye un índice importante para establecer la capacidad de las plantas para interceptar la luz, realizar fotosíntesis y producir bienes agrícolas. Por lo cual esta será una variable de gran importancia en este trabajo de investigación que tomando como base lo publicado por la revista Facultad Nacional De Agronomía en el estudio de análisis de crecimiento y relación fuente - demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum*) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia), (Santamaría, 2010), donde plantean que el máximo AF coincidió con las etapas fenológicas de plena floración e inicio de tuberización para todas las variedades, como lo realizado por (Gomez, Buitrago, & Huertas, 1999). Después de esta etapa fenológica el AF comienza a decrecer hasta alcanzar los valores mínimos ya que se presenta una translocación de

nutrientes de la parte aérea a la parte del tubérculo para proceder al llenado de este. Teniendo en cuenta los antecedentes anteriores la metodología de esta variable se empleó en la etapa fenológicas de plena floración, se seleccionaron tres plantas por cada tratamiento, tomando el tallo principal, clasificándolas en tres grupo: hojas extendidas (adultas), del tercio medio y juveniles. Posteriormente se tomó una fotografía a una altura de 50 cm perpendicular al plano los tres tipos de hojas, utilizando un fondo blanco. Las fotografías se adjuntaron al programa ImageJ para calcular el área foliar. El resultado se multiplicó por el número de hojas que sean representativas al tamaño de la muestra y el área total será la sumatoria de cada tipo de hojas. Se tomaron tres plantas al azar de cada uno de los tratamientos y se tomó una fotografía de la parte aérea de la planta y se empleó el programa ImageJ para obtener de esta manera el AF del material vegetal, buscando relacionar el efecto que tiene la fertilización en el rendimiento productivo del cultivo de papa criolla.

Foto 4. Estudio área foliar



Fuente: Autor

3.6.5 Rendimiento.

Al momento de la cosecha se clasificó, se contó (ver foto 1) y se pesaron los tubérculos de acuerdo a su tamaño en cuatro categorías: Cero (diámetro > 6 cm), primera (diámetro >4 y 6 cm), segunda (diámetro 2 y < 4 cm) y riche (diámetro < 2 cm). El rendimiento total fue la sumatoria entre las categorías de cero, primera, segunda y riche. Con el rendimiento total de las parcelas se determinó el rendimiento por hectárea (t.ha-1), calculando una densidad de siembra de 41.666 plantas.ha-1. El surco efectivo de cosecha fue el surco central de cada parcela.

Las variables evaluadas en cosecha fueron: peso de tubérculos por tamaño en las categorías: cero, primera, segunda y riche. Número de tubérculos por tamaño en las categorías: cero, primera, segunda y riche. Se registraran los rendimientos de la cosecha en libros de campo entregados por CORPOICA para su posterior tabulación y análisis estadístico.

Foto 4. Cosecha y clasificación de materiales



Fuente: Autor

3.7 Análisis de la información

Se aplicó un ANOVA de 2 factores. Donde se tuvo en cuenta los clones con 4 niveles (2, 5, 9 y testigo) utilizando como testigo variedad Criolla Colombia “Yema de Huevo”, Conformado por 4 tratamientos o niveles (**D1**=(237 kg/ha de N, 155 kg/ha P, 297 kg/ha K20.), **D2**=(172 kg/ha de N+165 kg/ha de P205+ 216 kg/ha de K20), **D3**=(115 kg/ha de N + 110kg/ha de P205+144kg/ha de K20) y **D4**=(86 kg/ ha de N+ 82,5 kg/ ha de P205+108 kg/ha de K20)), en la tabla 8 se muestran las dosis. La variable dependiente fue el rendimiento (ton/ ha). A fin de observar la influencia que tienen las variables de tipo morfológica (Altura de la planta, número y grosor de tallos, y área foliar) en el rendimiento del tubérculo se aplicó un modelo de regresión.

Se utilizó un software estadístico de **StatAdvisor** con el fin de evaluar las variables de cada toma de datos. Para una comprobación probalística en cuanto a los resultados estadísticos se utilizó la prueba estadística ANOVA y Kruskal-Wallis. La primera en cuanto a que sirvió para comprobar si en la prueba utilizada para contrastar la hipótesis de que en las variables existía igualdad o por el contrario diferencia en los resultados obtenidos en el trabajo de campo. El segundo, se utiliza en ANOVA para crear intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de los niveles de los factores mientras controla la tasa de error que se especifique.

Se aplicara un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles mediaeres son significativamente diferentes de otras. Se identificaran grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis donde evalúa la hipótesis de que las medianas de rendimiento dentro de cada uno de los niveles de Tratamiento son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel.

Capítulo 4

4. Resultados y discusión

4.1. Número de tubérculos y rendimientos por categoría para cada tratamiento

En la figura 5, se presenta el número de tubérculos por categoría de acuerdo a cada tratamiento, arrojando que el mayor resultado en cuanto a número de tubérculos fue el **T6** por presentar un gran número en la categoría segunda, el menor número de tubérculos se obtuvo del **tratamiento 5**. Al comparar los estudios realizados por (Herreño, 2015) y (Cisneros, 2015) que se hizo en la misma zona, se confirma los resultados donde la categoría segunda (diámetro entre 2 y 4 cm) para todos los clones fue superior a las categorías cero, primera y riche.

Figura 5. Número de tubérculos por categoría en cada tratamiento

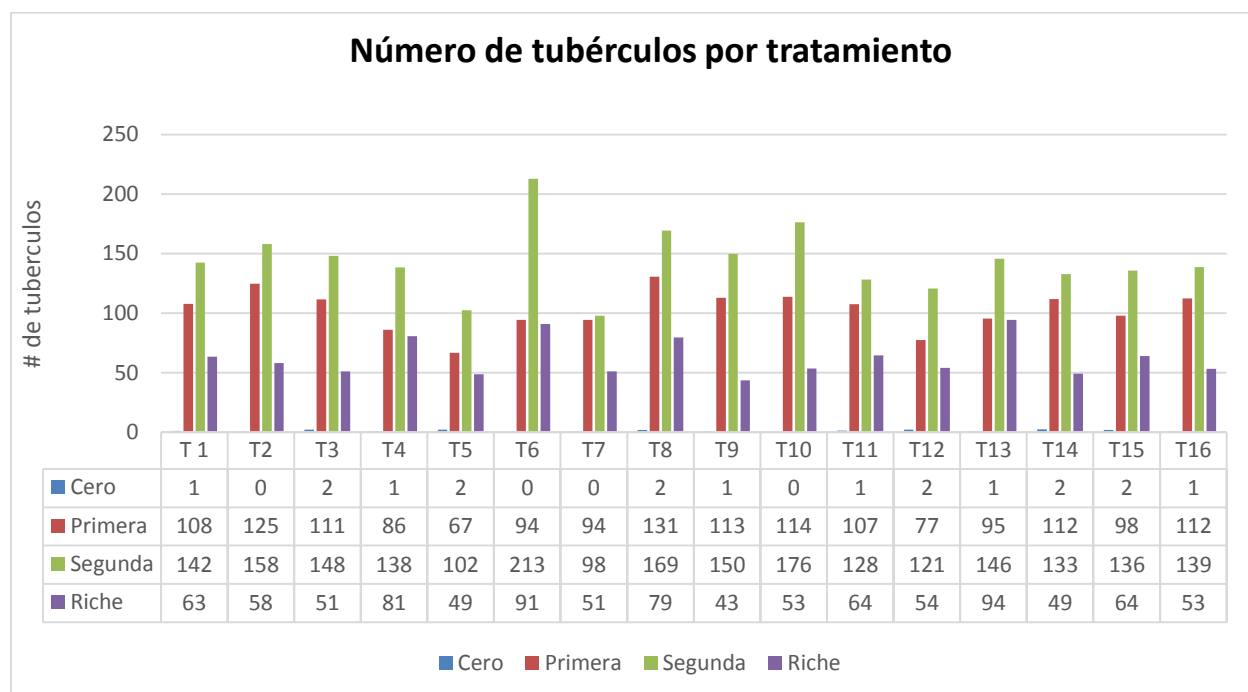
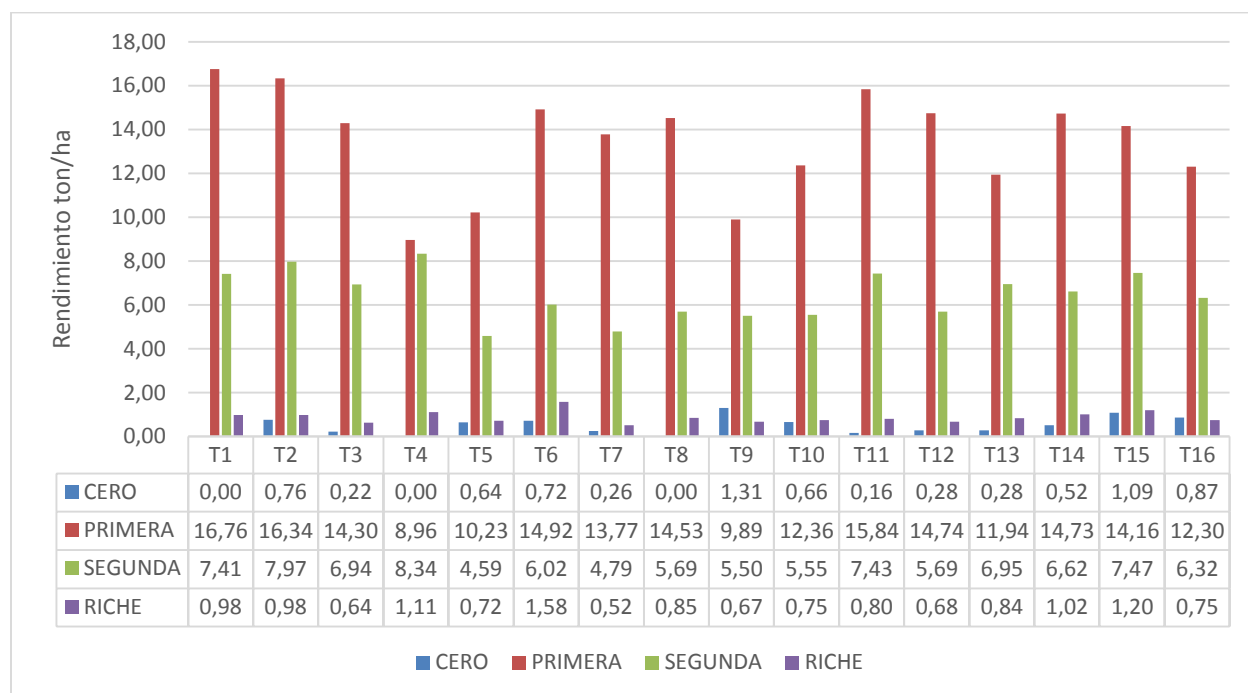


Figura 6. Comparación del peso en ton/ha por categoría con cada tratamiento



En la figura 6, se presenta el rendimiento en ton/ha por cada categoría de acuerdo al tratamiento, Se observa que el mayor peso se registra en la categoría primera en todos los tratamientos, seguido de la segunda. El tratamiento que presentó mayor peso en sus categorías fue el T2 y el que presentó menor peso en las categorías fue el T5.

Los tratamientos que presentaron mayor rendimiento fueron los de mayores niveles de fertilización. Al comparar con los resultados de (Herreño, 2015), (Villamizar, 2015) y (García, 2016) se establece una semejanza en cuanto que la categoría primera es la que arroja mayor peso, mientras que las categorías cero y riche no presentan un peso representativo en la producción de papa.

4.2 Análisis estadísticos para los rendimientos por tratamiento

Para lo anterior se planteó un interrogante y dos hipótesis:

¿Existe diferencia estadística en cuanto al rendimiento en cada tratamiento?

Hipótesis nula: el promedio de rendimiento en cuanto a los tratamientos, en las tres repeticiones en 48 parcelas cultivadas es igual en un 95% de confiabilidad.

Hipótesis alternativa: el promedio de rendimiento, en cuanto a los tratamientos, en las tres repeticiones en 48 parcelas cultivadas es distinto en un 95% de confiabilidad.

Variable dependiente: Rendimiento (Ton/Ha)

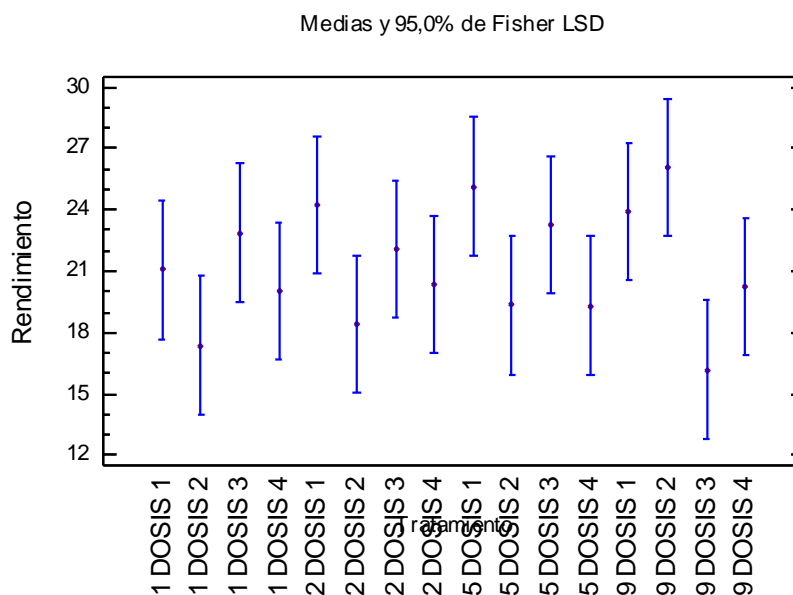
Factores: Tratamiento (Clon - dosis)

Número de observaciones: 48

Número de niveles: 16

El presente análisis se realizó a través del programa el StatAdvisor:

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de dos factores para Rendimiento. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Rendimiento para los 16 diferentes niveles de Tratamiento. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Fisher la cual compara las medianas en lugar de las medias.

Figura 8. Comparación de medias frente a los tratamientos

En la figura 8, se presentan las medias de los rendimientos frente a cada tratamiento, observándose que hay una relación cercana entre todos los tratamientos, por ende no hay diferencia significativa entre los tratamientos y el rendimiento, destacándose con mayor rendimiento el tratamiento 2: clon 9 dosis 2 con 26,47 ton/ha y con el menor rendimiento el tratamiento 5 que corresponde a él clon 9 dosis 3.

Tabla 13. Resumen estadístico para rendimiento

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
CLON 1 DOSIS 1	3	21,0733	5,81464	27,5924%	14,71	26,11	11,4
CLON 1 DOSIS 2	3	17,38	3,83305	22,0544%	12,96	19,79	6,83
CLON 1 DOSIS 3	3	22,8867	3,19002	13,9383%	20,05	26,34	6,29
CLON 1 DOSIS 4	3	20,01	2,56088	12,798%	18,1	22,92	4,82
CLON 2 DOSIS 1	3	24,2333	2,46368	10,1665%	22,08	26,92	4,84
CLON 2 DOSIS 2	3	18,41	4,01381	21,8024%	15,23	22,92	7,69
CLON 2 DOSIS 3	3	22,09	4,61689	20,9004%	17,97	27,08	9,11
CLON 2 DOSIS 4	3	20,3667	5,14028	25,2387%	14,44	23,61	9,17
CLON 5 DOSIS 1	3	25,1467	1,75984	6,9983%	23,19	26,6	3,41
CLON 5 DOSIS 2	3	19,34	6,50018	33,6101%	13,06	26,04	12,98
CLON 5 DOSIS 3	3	23,24	6,94513	29,8844%	15,36	28,47	13,11
CLON 5 DOSIS 4	3	19,3233	2,47436	12,805%	17,5	22,14	4,64
CLON 9 DOSIS 1	3	23,9167	0,525389	2,19675%	23,31	24,22	0,91

CLON 9 DOSIS 2	3	26,0467	1,31001	5,02948%	24,74	27,36	2,62
CLON 9 DOSIS 3	3	16,1767	4,76946	29,4836%	11,59	21,11	9,52
CLON 9 DOSIS 4	3	20,2333	1,735	8,57497%	18,23	21,25	3,02
Total	48	21,2421	4,34775	20,4676%	11,59	28,47	16,88

<i>Tratamiento</i>	<i>Sesgo Estandarizado</i>	<i>Curtosis Estandarizada</i>
CLON 1 DOSIS 1	-0,688207	
CLON 1 DOSIS 2	-1,20976	
CLON 1 DOSIS 3	0,592126	
CLON 1 DOSIS 4	1,05307	
CLON 2 DOSIS 1	0,656549	
CLON 2 DOSIS 2	0,938601	
CLON 2 DOSIS 3	0,578316	
CLON 2 DOSIS 4	-1,20841	
CLON 5 DOSIS 1	-0,835635	
CLON 5 DOSIS 2	0,204741	
CLON 5 DOSIS 3	-1,03736	
CLON 5 DOSIS 4	1,07154	
CLON 9 DOSIS 1	-1,22474	
CLON 9 DOSIS 2	0,0161927	
CLON 9 DOSIS 3	0,230059	
CLON 9 DOSIS 4	-1,22433	
Total	-1,15275	-1,00092

La tabla 13, muestra diferentes estadísticos de rendimiento para cada uno de los 16 niveles de tratamiento con sus 3 repeticiones, observándose en ella que el mayor tratamiento lo recibió el clon 9 dosis 2 perteneciente al 50% > que el análisis de suelo. Seguido en cuanto al rendimiento se dieron los siguientes: clon 5 dosis 1, clon 2 dosis 1, clon 9 dosis 1, clon 1 dosis 1 perteneciente a la dosis del agricultor; clon 9 dosis 4, clon 1 dosis 4 correspondiente al 25% < que el análisis de suelo; clon 5 dosis 3, clon 1 dosis 3. Hasta aquí se puede observar que el mayor rendimiento se dio en cuanto a la dosis 1 sobresaliendo ante la dosis 2, demostrando de esta forma que si existió diferencia agronómica entre los clones y las dosis, destacándose la dosis del agricultor. Pero no hubo diferencia estadísticamente hablando.

En cuanto al menor rendimiento se encontró en el tratamiento 5: clon 9 dosis 3 perteneciente a la dosis del análisis de suelo con un rendimiento de 16,17 ton/ha superado el promedio de rendimiento nacional que se encuentra en 12,62 ton/ha, seguido del clon 1 dosis 2 y clon 2 dosis 2. Para mejor ilustración ver figuras 8 y tabla 12.

Tabla 14. Tabla ANOVA para rendimiento por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	363,213	15	24,2142	1,48	0,1734
Intra grupos	525,224	32	16,4133		
Total (Corr.)	888,437	48			

Fuente: Autor

En la tabla 14, el ANOVA descompone la varianza de Rendimiento en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1,47528, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de rendimiento entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 15. Pruebas de Rangos Múltiple para rendimiento por tratamiento

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
CLON 9 DOSIS 3	3	16,1767	X
CLON 1 DOSIS 2	3	17,38	XX
CLON 2 DOSIS 2	3	18,41	XXX
CLON 5 DOSIS 4	3	19,3233	XXXX
CLON 5 DOSIS 2	3	19,34	XXXX
CLON 1 DOSIS 4	3	20,01	XXXX
CLON 9 DOSIS 4	3	20,2333	XXXX
CLON 2 DOSIS 4	3	20,3667	XXXX
CLON 1 DOSIS 1	3	21,0733	XXXX
CLON 2 DOSIS 3	3	22,09	XXXX
CLON 1 DOSIS 3	3	22,8867	XXXX
CLON 5 DOSIS 3	3	23,24	XXX
CLON 9 DOSIS 1	3	23,9167	XXX
CLON 2 DOSIS 1	3	24,2333	XX
CLON 5 DOSIS 1	3	25,1467	XX
CLON 9 DOSIS 2	3	26,0467	X

La tabla 15, se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para, la mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. En la parte superior de la página, se han identificado 4 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas, que son los tratamientos que presentan XXXX, y los tratamiento 2 y 5 que presentan una X presentan

diferencias en sus medias respecto a los otros tratamientos, pero no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

El asterisco que se encuentra al lado de los 9 pares en el **Anexo 4** indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. Los tratamientos que mostraron mayor diferencias fue el T2 y el T5 siendo consecuentes con los resultados ya que ellos fueron los que presentaron el mayor y el menor rendimiento.

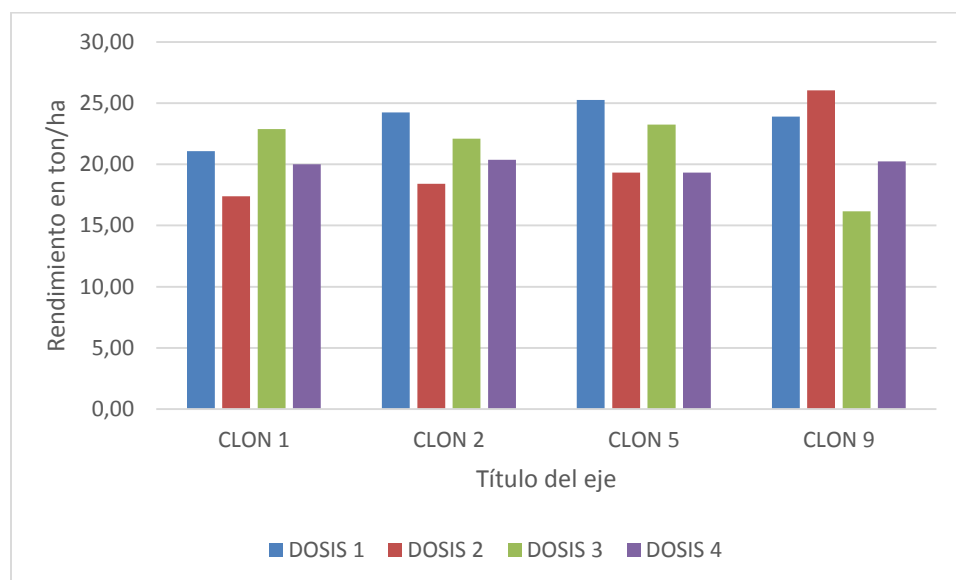
Tabla 16. Prueba de Kruskal-Wallis para rendimiento por tratamiento

<i>Tratamiento</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
CLON 1 DOSIS 1	3	24,6667
CLON 1 DOSIS 2	3	12,3333
CLON 1 DOSIS 3	3	29,3333
CLON 1 DOSIS 4	3	18,8333
CLON 2 DOSIS 1	3	34,3333
CLON 2 DOSIS 2	3	14,5
CLON 2 DOSIS 3	3	26,1667
CLON 2 DOSIS 4	3	22,3333
CLON 5 DOSIS 1	3	37,6667
CLON 5 DOSIS 2	3	19,5
CLON 5 DOSIS 3	3	31,3333
CLON 5 DOSIS 4	3	16,3333
CLON 9 DOSIS 1	3	34,3333
CLON 9 DOSIS 2	3	41,5
CLON 9 DOSIS 3	3	9,66667
CLON 9 DOSIS 4	3	19,1667

Estadístico = 20,723 Valor-P = 0,145914

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de rendimiento dentro de cada uno de los 16 niveles de Tratamiento son iguales. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Figura 7. Comparación del rendimiento de cada clon de acuerdo a cada dosis utilizada



En la figura 7, se observa que en los clones 2, 5 y 9 la dosis que mayor influencia en el rendimiento fue la 1, seguido de la dosis 2; la dosis 4 se comporta muy homogénea entre los materiales.

De acuerdo a los resultados anteriores se da respuesta a la hipótesis nula, ya que no existe una diferencia altamente significativa en cuanto a los clones y dosis utilizadas en las 48 parcelas.

Desde el punto de vista agronómico, existe diferencia entre los promedios y las medias entre cada clon. Se destaca todos los clones superan el rendimiento promedio en Colombia que es de 13.67 ton/ha. Los clones 5 y 9 superaron el promedio departamental de 21,46 ton/ha.

La investigación se realizó en temporada de lluvia si comparamos con los rendimientos reportados por (Villamizar, 2015) y (Garcia, 2016) el cual elaboraron una investigación en dos ciclos en épocas de lluvia y seca. Esta investigación supera en rendimiento a los materiales 1, 2, 5 y 9 en la época de lluvia ya que se reporta una producción para el testigo de (15,2 ton/ha)

frente a (20,33 ton/ha), para el clon 2 se reporta una producción de (18,4 ton/ha) frente a (21,275 ton/ha) en el caso del clon 5 se obtuvo (14,7 ton/ha) frente (21,76 ton/ha) y clon 9 (16,9 ton/ha) frente a (21,59 ton/ ha). Si observamos el rendimiento del testigo “Criolla Colombia” se confirma lo dicho por (Ñustez, 2011) quien dice que para esta variedad, su potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es de 15- 25 ton/ ha.

En esta investigación cabe resaltar que al igual que en el estudio de (Cisneros, 2015) uno de los clones que arrojaron mayor rendimiento en el ensayo fue el clon 9 fue (34.0 t/ha) frente a (21,59 ton/ha) presentando un menor rendimiento debido a la época de lluvia, pero a diferencia del estudio de (Cisneros, 2015) donde los clones evaluados no superaron en rendimiento a la variedad Criolla Colombia (testigo), en esta investigación todos los clones superaron al testigo y los clones 5 y 9 superaron el promedio nacional y departamental.

4.2 Correlaciones entre el rendimiento y variables morfofisiológicas

Para estas regresiones se realizó por cada variable evaluada frente al rendimiento y así mirar la correlación de estas con la variable dependiente, a continuación se muestran las correlaciones.

4.2.1 Correlación entre altura de la planta y rendimiento

Para lo anterior se planteó un interrogante y dos hipótesis:

¿Existe autocorrelación estadística en cuanto a la altura de la planta y el rendimiento de los tratamientos?

Hipótesis nula: La autocorrelación no es altamente significativas entre de altura y el rendimiento de los tratamientos, en 48 parcelas cultivadas en un 95% de confiabilidad

Hipótesis alternativa: La autocorrelación es altamente significativas entre de altura y el rendimiento de los tratamientos en las tres muestras, en 48 parcelas cultivadas en un 95% de confiabilidad.

Variable dependiente: Rendimiento (Ton/Ha)

Variable independiente: Altura (Centímetros)

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Tabla 17. Regresión Simple, la altura en relación con rendimiento

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	12,045	3,30115	3,64873	0,0007
Pendiente	0,182472	0,0644576	2,83088	0,0069

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	131,815	2	131,815	8,01	0,0069
Residuo	756,622	46	16,4483		
Total (Corr.)	888,437	48			

Coefficiente de Correlación = 0,385184

R-cuadrada = 14,8367 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 12,9853 por ciento

Error estándar del est. = 4,05565

Error absoluto medio = 3,24271

Estadístico Durbin-Watson = 1,91547 (P=0,3967)

Auto correlación de residuos en retraso 1 = 0,0147401

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Rendimiento y Altura. La ecuación del modelo ajustado es

Rendimiento = 12,045 + 0,182472*Altura

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Rendimiento y Altura con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 14,8367% de la variabilidad en Rendimiento. El coeficiente de correlación es igual a 0,385184, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 4,0556.

El error absoluto medio (MAE) de 3,24271 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos.

Se observa en el **anexo 6**, que existe una diferencia altamente significativa en cuanto a la autocorrelación entre la altura y el rendimiento de los tratamientos, en esto se da la respuesta a la hipótesis nula puesto que el P valor fue 0,0069.

4.2.2 Regresión simple, entre el calibre y el rendimiento

Para lo anterior se planteó un interrogante y dos hipótesis:

¿Existe autocorrelación estadística en cuanto a calibre de la planta y el rendimiento de los tratamientos?

Hipótesis nula: La autocorrelación no es altamente significativas entre el calibre de la planta y el rendimiento de los tratamientos, en 48 parcelas cultivadas en un 95% de confiabilidad

Hipótesis alternativa: La autocorrelación es altamente significativas entre el calibre de la planta y el rendimiento de los tratamientos en las tres muestras, en 48 parcelas cultivadas en un 95% de confiabilidad.

Variable dependiente: Rendimiento (Ton/Ha)

Variable independiente: Calibre (Centímetros)

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Tabla 18. Regresión Simple, el Calibre en relación del rendimiento

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	20,6904	6,4112	3,22723	0,0023
Pendiente	0,510842	5,90717	0,0864783	0,9315

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0,144415	1	0,144415	0,01	0,9315
Residuo	888,292	46	19,3107		
Total (Corr.)	888,437	47			

Coefficiente de Correlación = 0,0127495

R-cuadrada = 0,016255 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = -2,1573 por ciento

Error estándar del est. = 4,39439

Error absoluto medio = 3,60204

Estadístico Durbin-Watson = 1,77061 (P=0,2155)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0898403

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre

Rendimiento y Calibre. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Rendimiento} = 20,6904 + 0,510842 * \text{Calibre}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,05, no hay una relación estadísticamente significativa entre Rendimiento y Calibre con un nivel de confianza del 95,0% o más.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 0,016255% de la variabilidad en Rendimiento. El coeficiente de correlación es igual a 0,0127495, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 4,39439. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 3,60204 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

A esto se puede decir que la hipótesis a la cual se da respuesta a la hipótesis nula, ya que no existe una diferencia altamente significativa entre el rendimiento y el calibre de la planta, el en **anexo 7**, se presenta el modelo ajustado para esta regresión.

4.2.3 Regresión simple entre el número de tallos en relación con el rendimiento

Para lo anterior se planteó un interrogante y dos hipótesis:

¿Existe autocorrelación estadística en cuanto a calibre de la planta y el rendimiento de los tratamientos?

Hipótesis nula: La autocorrelación no es altamente significativas entre el número de tallos y el rendimiento de los tratamientos, en 48 parcelas cultivadas en un 95% de confiabilidad

Hipótesis alternativa: La autocorrelación es altamente significativas entre el número de tallos y el rendimiento de los tratamientos en las tres muestras, en 48 parcelas cultivadas en un 95% de confiabilidad.

Variable dependiente: Rendimiento (Ton/Ha)

Variable independiente: N° de tallos (Unidad)

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Tabla 19. Regresión Simple, N° de tallos en relación con el rendimiento

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	23,3552	3,29743	7,08285	0,0000
Pendiente	-0,372898	0,571131	-0,652911	0,5171

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	8,15776	1	8,15776	0,43	0,5171
Residuo	880,279	46	19,1365		
Total (Corr.)	888,437	47			

Fuente: Autor

Coefficiente de Correlación = -0,0958235

R-cuadrada = 0,918215 porciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = -1,23574 porciento

Error estándar del est. = 4,37453

Error absoluto medio = 3,62834

Estadístico Durbin-Watson = 1,76577 (P=0,1994)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0907637

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre

Rendimiento y N° de tallos. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Rendimiento} = 23,3552 - 0,372898 * \text{N}^\circ \text{ de tallos}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,05, no hay una relación estadísticamente significativa entre Rendimiento y N° de tallos con un nivel de confianza del 95,0% o más.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 0,918215% de la variabilidad en Rendimiento. El coeficiente de correlación es igual a -0,0958235, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 4,37453. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 3,62834 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos.

Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%, por consiguiente la hipótesis que queda es la nula. En el anexo 8 se muestra el modelo ajustado de la regresión entre número de tallos y el rendimiento.

4.2.4. Regresión Simple, Área foliar en relación con el rendimiento **Para lo anterior se planteó un interrogante y dos hipótesis:**

¿Existe autocorrelación estadística en cuanto a área foliar de la planta y el rendimiento de los tratamientos?

Hipótesis nula: La autocorrelación no es altamente significativas entre el área foliar y el rendimiento de los tratamientos, en 48 parcelas cultivadas en un 95% de confiabilidad

Hipótesis alternativa: La autocorrelación es altamente significativas entre el número de tallos y el rendimiento de los tratamientos en las tres muestras, en 48 parcelas cultivadas en un 95% de confiabilidad.

Variable dependiente: Rendimiento (Ton/Ha)

Variable independiente: Área foliar (Centímetros 2)

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Tabla 20. Regresión Simple, Area foliar en relación con el rendimiento

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	17,8063	1,63031	10,922	0,0000
Pendiente	0,000554055	0,000244351	2,26746	0,0281

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	89,3165	1	89,3165	5,14	0,0281
Residuo	799,12	46	17,3722		
Total (Corr.)	888,437	47			

Fuente: Autor

Coeficiente de Correlación = 0,317068

R-cuadrada = 10,0532 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 8,09786 porciento

Error estándar del est. = 4,16799

Error absoluto medio = 3,36881

Estadístico Durbin-Watson = 1,80332 (P=0,2464)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0762148

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Rendimiento y Área foliar. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Rendimiento} = 17,8063 + 0,000554055 * \text{Área foliar}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Rendimiento y Área foliar con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 10,0532% de la variabilidad en Rendimiento. El coeficiente de correlación es igual a 0,317068, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 4,16799. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 3,36881 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos.

Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%. De esta forma se da respuesta a la hipótesis alternativa.

Las variables que se correlacionaron con el rendimiento fueron: Altura de la planta (14,83%), Número de tallos (9,18%), calibre de tallo (1.6%) y Área Foliar (10,52%), El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica la variabilidad en Rendimiento. Indicando una relación débil entre las variables. Arrojando un resultado distinto a los estudios realizados por (Cisneros, 2015) donde la correlación de (Numero de Tallos, área foliar y altura de planta) fue positiva, explicando que a medida que crece la variables independientes crece la variable dependiente.

4.3 Análisis de rentabilidad de los sistemas de fertilización.

Con base en los diferentes niveles de fertilización, se estructuraron los costos de producción y se realizó un análisis de rentabilidad de acuerdo al rendimiento por cada dosis utilizada (Ver anexo 10, 11,12 y 13), arrojando los resultados que se muestran en la tabla 21.

Tabla 21. Análisis de rentabilidad para cada uno de los sistemas de fertilización.

RESUMEN	DOSIS 1 AGRICULTOR	DOSIS 2 50% < AS	DOSIS 3 ANALIS DE SUELO	DOSIS 4 25% < AS
1. RENDIMIENTO EN Kg	22.440	20.291	17.054	19.983
2. COSTOS DE PRODUCCION (\$/ha.)	\$11.057.892	\$9.127.092	\$8.327.412	\$7.788.767
3. PRECIO PAGADO AL PRODUCTO POR Kg	\$1.200	\$1.200	\$1.200	\$1.200
4. INGRESO (\$/ha.)	\$26.928.000	\$24.349.200	\$20.464.800	\$23.979.600
5. UTILIDAD BRUTA (\$/h.)	\$15.870.108	\$15.222.108	\$12.137.388	\$16.190.833
6. RENTABILIDAD	143,52	166,78	145,75	207,87

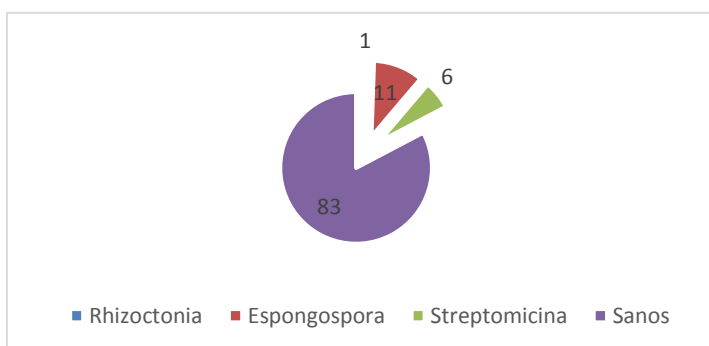
En la tabla 21, podemos observar que el sistema de fertilización del agricultor (dosis1), presenta los mayores rendimientos y costos con una rentabilidad de 143,52 %. . Por el contrario la fertilización derivada de reducir en un 25% la dosis de fertilización derivada de los resultados del análisis de suelos, presenta la mejor rentabilidad que alcanza el 207,8%. De esta forma el agricultor reduce sus costos de producción, minimiza el uso fertilizante y obtiene la mejor rentabilidad.

Explicándonos que el incremento de la fertilización nos proporciona mayores rendimientos, pero esto a su vez conlleva un incremento en los costos de producción, en este estudio las dosis recomendadas para la zona son de 86 kg/ha de N + 83 kg/ ha de P205 + 108 kg/ ha de K2O, destacando la eficiencia de asimilar nutrientes de la papa criolla. Al comparar con el estudio (Muñoz y Lucero, 2008) donde el análisis económico demostró que la relación beneficio-costo no se encontraba cuando utilizaban la dosis con mayor fertilizante sino la dosis que proporcione las necesidades del cultivo para expresar un buen rendimiento y rentabilidad.

4.4 Evaluación de la sanidad de los tubérculos

Para determinar la sanidad de los tubérculos se estableció una evaluación manual de 100 tubérculos por parcela.

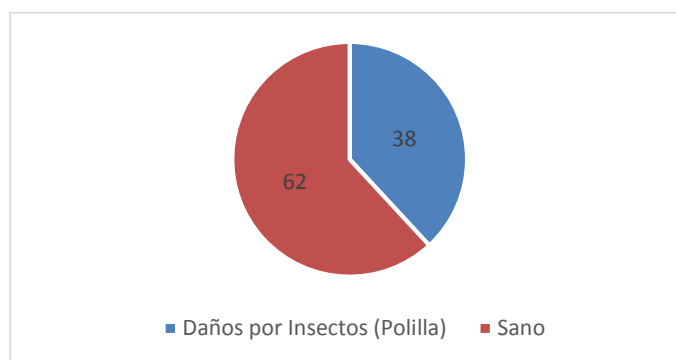
Figura 8. Porcentaje de daño ocasionado por enfermedades en el tubérculo



En la figura 11, se presenta el resultado obtenido de todos los tratamientos después de evaluado los tubérculos, del 100%, el 83% no fueron afectados por enfermedades, seguido por el 11% de *Spongospora* y el 6 % de *Streptomicina*, en cuanto a *Rhizoctonia* solo afecto el 1%

Podemos resaltar que al igual que el estudio de (Toro, 1998) las enfermedades que mayor se presentan en el tubérculo en los cultivos de papa criolla son la *Spongospora* conocida como sarna polvosa (Carvajal, Jaramillo & Orduz, 2008) y que ataca la superficie de los tubérculos y raíces y la *Rhizoctonia* conocida como costra negra, su síntoma más común es presencia de numerosos esclerocios sobre la superficie de los tubérculos. Aunque en nuestra investigación no arrojó un porcentaje de gran afectación es importante resaltar que los tubérculos afectados por estos problemas no se pueden comercializar, y sumados afectarían el 17% de la producción.

Figura 9. Porcentaje de afectación de tubérculos por insectos



Con base en la figura 12, se observa que el mayor daño lo produce la larva de la polilla Guatemalteca “*Tecia solanivora*” con un 38 % frente a un 62 % sanos.

Esto se debe a que la plaga más limitante en el cultivo de papa es la polilla guatemalteca *Tecia solanivora*, en el estudio realizado por (Sánchez, López, & Rodríguez, 2005). Los autores señalan que el cultivo es más vulnerable en la maduración y senescencia. Sin embargo, la plaga ocasiona daños desde el inicio de tuberización. Por esto se recomienda no sembrar papa en lotes que antes hayan tenido el cultivo, para evitar daños por esta plaga. La alta incidencia se podría atribuir al intenso verano que azotó la zona y a la existencia de cultivos de papa alrededor de la finca, recientemente cosechados.

5. Conclusiones

La categoría que presento mayor rendimiento en todos los tratamientos fue la primera (diámetro >4 y <6cm), seguida de la segunda (diámetro 2 y <4cm) quien a su vez arrojó el mayor número de tubérculos en todos los tratamientos.

El mejor rendimiento se obtuvo con el T2: clon 9, dosis 2 arrojando un rendimiento de 26,047 ton/ha; seguido por los tratamientos: T1 con 25,1467 ton/ha, T11 con 24,2333 ton/ha, el T15, T8, pertenecientes a la dosis del agricultor.

La correlación entre las variables agronómicas y el rendimiento fue débil, sin embargo se pudo establecer que la mayor correlación fue la de altura de planta y el área foliar, donde hubo diferencia estadísticamente significativa y un grado mayor de correlación.

El sistema de fertilización más rentable es el que reduce en un 25% la dosis de fertilización de los resultados del análisis de suelos, con una rentabilidad que alcanza el 207,8%.

De los materiales evaluados, el clon 5 se destacó con un promedio de rendimiento de 21,76 ton/ha, seguido del Clon 9 con 21,59 ton/ha, quienes a su vez superaron el rendimiento departamental, el clon 2 con 21,275 ton/ha, superó el testigo la variedad Colombia con 20,33 ton/ha. Los cuatro materiales superaron el rendimiento nacional de 12,61 ton/ha.

6. Recomendaciones

Se sugiere que para próximos estudios se realicen otras metodologías para evaluar las variables morfológicas y poder establecer de manera precisa la correlación con la variable dependiente.

Realizar trabajos en campo en época seca y lluviosa para poder consolidar el comportamiento de los materiales en estudio de acuerdo a las condiciones climáticas, ya que estas inciden ampliamente en el rendimiento de los materiales evaluados.

Seguir con los estudios investigativos en relación con la papa Criolla, realizando un estudio teórico y capacitándose en las pruebas regionales agronómicas PEAS para obtener mayor claridad en la ejecución de un proyecto investigativo.

Para la zona de Mutiscua, de acuerdo al estudio realizado se puede utilizar cualquier material de los evaluados pues presentan buenos rendimientos.

En relación al sistema de fertilización, en suelos similares se podría reducir los niveles de fertilización en un 25% pero se sugiere evaluar la fertilización en otros ambientes y condiciones edafoclimáticas del municipio.

7. Referencias bibliográficas

- Agricultura, M. d. (2010). Consumo per cápita. Recuperado el 10 de marzo de 2016, consumo de papa: <https://consumoymercadodepapa.wordpress.com/2014/11/28/consumo-y-mercadeo-de-la-papa-en-colombia/>
- Agronet. (25 de Julio de 2014). *Agronet MIn Agricultura*. Obtenido de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx#>
- Angelfire. (2000). *angelfire.com*. Recuperado el 09 de 03 de 2016, de [angelfire.com](http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm): http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm
- Becerra-Sanabria, L., Navia-de Mosquera S., & Núñez-López C. (2007). Efecto de niveles de Fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar "Criolla Guaneña" en el Departamento de Nariño. . *Asociación Latinoamericana de la Papa*, 14(1), 51-60.
- Bonierbale, M. W. (02 de 2004). Recursos Genéticos de la papa: don del pasado, legado para el futuro, . *suplemento revista latinoamericana de papa*, 6. Recuperado el 08 de 03 de 2016, de [Empresario.com](http://www.empresario.com): http://www.empresario.com.co/recursos/page_flip/MEGA/mega_papa/files/ficha%20papa%20criolla.pdf
- Bustos, P., Arias, V., & Nustez L. (1996). Interrelación entre la densidad de tallos y la tasa de multiplicación de tuberculos en papa criolla (*Solanum phureja*, Juz. et Buk) variedad "Yema de huevo". *Agronomía Colombiana*, Volumen XIII. NO.2; pag. 162-168.
- Bustos, Arias & Nustez. (1996). Evaluacion del rendimiento en papa criolla (*Solanum phureja*) Variedad "yema de huevo", bajo diferentes densidades de siembra en la sabana de bogota. *Agronomía Colombia* , 152-161 .
- Carvajal, L. M., Jaramillo, S. & Orduz, S. (2008). Evaluación de *Trichoderma asperellum* como biorregulador de *Spongospora subterranea* f. sp. Subterránea. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 1-10.
- Chango, S. J. (22 de Mayo de 2012). Producción de tubérculo semilla de papa (*Solanum tuberosum*), categoría prebásica utilizando biol en un sistema aeropónico en el cantón mejía, provincia de pichincha. obtenido de universidad técnica de ambato facultad de ingeniería agronómica: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1990/1/Tesis-016agr.pdf>
- Cisneros, J. C. (2015). Evaluación del rendimiento agronómico de diez clones de papa criolla, (*Solanum phureja*, Juz et Buck L.) en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander (2^{da} fase). *Universidad de Pamplona, tesis de grado*.
- Comercio, S. d. (2011). Cadena productiva de la papa . *Federación colombiana de productores de papa* , 2-6 .
- Corchuelo, M. C. (2005). Estimación de la interceptación de la radiación solar en papa criolla. *Agronomía Colombiana*, 63-64.

- DANE. (2005). *Resultados y proyecciones (2005-2020)*. Recuperado de:
<http://www.dane.gov.co/>
- Diabonos. (2015 de febrero). *Enmienda Diabonos*. Recuperado el 21 de 06 de 2016, de
<http://www.diabonos.com/file/Producto/FT%20MG%20Cal%20Agricola.pdf>
- Diaz, I. R. (2005.). Aplicación de un modelo matemático para evaluar la pérdida de suelo (tn/ha/año) en una zona de ladera bajo cultivo de papa (*Solanum phureja*) en la Sabana de Bogotá. *Trabajo de Grado Magíster en Ciencias Agrarias. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá*. 81 p.
- FAO, (2014). El mundo de la papa. URL: <http://www.pota-to2008.org/es/mundo>.
- Fedepapa, F. C. (2014). EL cultivo de papa. *Federación Colombiana del Cultivo de Papa*, Recuperado el 21 de 06 de 2016, URL: http://www.fedepapa.com/?page_id=401.
- Federación Colombiana de Papa, F. (2014). El cultivo de la Papa. Internet:
http://www.fedepapa.com/?page_id=401.
- Garcia, M. F. (2016). . Comparación de diez clones de papa criolla (*Solanum phureja*, Just et Buck durante dos ciclos productivos en la vereda Chichira del municipio De Pamplona Norte De Santander. *Universidad de Pamplona, tesis de grado*.
- Gomez, C. B. (1999). Ecofisiología de la papa *solanum tuberosum* utilizada para consumo fresco y para la industria. *Comalfi*, 42-55.
- Gomez, R. (2000). Guía para la caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papas Nativas. *Perú*.
- Gonzalez, Y. C. (5 de mayo de 2012). La maravillosa papa criolla . *El Nuevo Dia* , pág. 3.
- Guerrero, R. (2001). Manual tecnico, propiedades generales de los fertilizantes. 4-6. Recuperado el 13 de 04 de 2016, de [monmeros.com](http://www.monmeros.com):
http://www.monmeros.com/descargas/vadem_climafrio_WEB.pdf
- Herbert, T. (2004). *A simple model of canopy photosynthesis*. Recuperado el 19 de 03 de 2016, de University of miami:
http://www.bio.miami.edu/tom/bil160/bil160goods/plantform/i3b_plant-from.html
- Herreño, E. (2015). Evaluación de las características morfoagronómicas y de la producción de nueve clones nativos de papa criolla(*Solanum phureja* Juz et Buck L.). En el municipio de Mutiscua- Norte de Santander. (*Ira FASE*) *Universidad de Pamplona, tesis de grado*.
- Hurtado, M. R. (2002). *Guia tecnica para el cultivo de papa* . El Salvador : Centro Nacional de Tectologia Agropecuaria Forestal .
- Muñoz, L. & Lucero, A. (2008). Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo. *Agronomia Colombiana*, 26(2), 340-346.
- Santamaría, J. M. (2010). Evaluación de la producción limpia de papa criolla (*Solanum phureja*) en Madrid, Cundinamarca. *Facultad de agronomia UNIMINUTO* , 1-5.
- Monmeros. (08 de 2015). *Monmeros Filial de Pequiven*. Recuperado el 21 de 06 de 2016, de Monmeros Filial de Pequiven: http://www.monmeros.com/descargas/FT_15-15-15.pdf

- Mutiscua, A. d. (2016). *Información General del Municipio*. http://www.mutiscua-nortedesantander.gov.co/informacion_general.shtml: en línea, (Citado el 17 de Febrero del 2016).
- Romero, J. A. (2009). Caracterización de accesiones de *Solanum phureja* procedentes del banco de germoplasma vegetal que administra corporaica por sus caracteres morfológicos, agronómicos e industriales . Obtenido de Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería : <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16045/T43.09%20H43c.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Niño, C. J. (2009). Recopilación de la investigación del sistema productivo papa criolla. *Federacion Colombiana DE Productores de papa*, 11- 12.
- Nutrimon. (2012). *VADEMECUM, Cultivos de clima Frio*. Recuperado el 13 de 04 de 2016, de monomeros.com: http://www.monomeros.com/descargas/vadem_climafrio_WEB.pdf
- Ñustez, L. (2011). Variedades Colombianas de papa. *Universidad Nacional Colombiana*, Primera edición, ISBN 978-958-761-100-7. 2011. p. 38-44.
- Ochoa, C. M. (2001). Las Papas de Sudamérica: Bolivia. *CIP – COSUDE – CID*, Bolivia, 536 p.
- Ospino, R. P. (2008). Alternativa de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradables: el caso del almidón residual derivado dela industrialización dela p. *Casos empresariales*, Bogota, 180-192.
- Pérez, L. Rodríguez, L & Gomez, M . (2008). Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y Mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn y Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (*Solanum phureja*) variedad Criolla Colombia. *Agronomía Colombiana*, 1-10.
- Rodríguez, L. Ñustez, C. & Estrata, N. (2009). Criolla Latina, Criolla Paisa y Criolla Colombia, Nuevos cultivares de papa criolla para el Departamento de Antioquia. *Agronomía Colombiana*, 289-303.
- Sánchez, López, A., & Rodríguez, E. (2005). Determinación de las etapas críticas en el desarrollo fenológico del cultivo de la papa *Solanum phureja*, frente al ataque de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Lepidóptera: *Gelechiidae*). *Agronomía Colombiana*.
- Secretaria de Desarrollo Economico, N. (2014). Anuario estadístico. Sector Agropecuario – Departamento de Norte de Santander. *Documento técnico.*, 21.
- SQM. (2010). Recuperado el 12 de abril de 2016, de The worldide bussnes formulas: <http://www.sqm.com/es-es/productos/nutricionvegetaldeespecialidad/cultivos/papa.aspx#tabs-4>
- Toro, H. (1998). Principales enfermedades de la papa criolla (*Solanum phureja*, Juz et Buck) en Colombia. *Universidad de Caldas*. *Agronomía Colombiana*.

Villamizar, L. F. (2016). Comparación del potencial de rendimiento de diez clones nativos de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buk) en dos ciclos productivos en el Municipio de Chitagá – Norte de Santander. 13.

Yara, C. (2009). Yara Colombia SAS . Recuperado el 21 de 06 de 2016, Obtenido de <http://www.yara.com.co/crop-nutrition/crops/papa/informacion-esencial/>

Yara. (24 de 03 de 2015). *Yara Colombia SAS*. Recuperado el 21 de 06 de 2016, de <http://www.yara.com.co/crop-nutrition/products/other/13a6-abotek/>

8. ANEXOS.

Anexo 1. Reporte del análisis de suelo

	VINCULACIÓN DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA		Código: VC F 115	
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO DE SERVICIOS		Versión: 1	
LABORATORIO DE QUÍMICA DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS			Fecha de vigencia: (18-11-2013)	
1. Información del cliente		# DE SOLICITUD 1096	CODIGO DE LABORATORIO S14-17439	
Nombre y Apellido: MARIA DEL SOCORRO CERON Cédula o NIT NO INDICA Dirección: C.I. TIBAITATÁ Dpto: NORTE SANTANDER Municipio: MUTISCUA Tel. fijo/Celular: 4227300 EXT 1461 Tipo de análisis: COMPLETO				
2. Información de la muestra		Yeni Rodriguez Giraldo. (E6968) Lider Unidad de Laboratorio de Suelos		
Identificación: VILLA RICA Vereda SAN AGUSTIN Finca: VILLA RICA Altura 2700 Cultivo PAPA CRIOLLA Estado: POR ESTABLECER Fecha de recepción: 2014-12-10 Fecha(s) de análisis: 2014-12-26 Fecha de reporte: 2015-01-08				
DETERMINACION ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR*	INTERPRETACIÓN*
Textura al tacto		Organoléptico	FA	Franco-Arenoso
pH		Potenciométrico	4,10	FUERTE A EXTREMADAMENTE ACIDO
Conductividad eléctrica	dS/m	Conductivimetro suelo:agua 1:5	1,02	NO SALINO
Materia orgánica (MO)	%	Walkey & Black	8,57	MEDIO
Fósforo disponible (P) Bray II	mg/kg	Bray II	71,50	ALTO
Azufre disponible (S)	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	28,11	ALTO
Acidez intercambiable (Al+H)	cmol _c /kg	KCl	6,18	
Aluminio intercambiable (Al)	cmol _c /kg	KCl	5,14	RESTRICTIVO
Calcio intercambiable (Ca)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	3,14	MEDIO
Magnesio Intercambiable (Mg)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	0,51	BAJO
Potasio intercambiable (K)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	0,60	ALTO
Sodio intercambiable (Na)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	0,10	NORMAL
capacidad de intercambio cationico (CICE)	cmol _c /kg	Suma de cationes	10,54	MEDIO
Hierro disponible (Fe) Olsen	mg/kg	Olsen modificado	1434,00	ALTO
Manganeso disponible (Mn) Olsen	mg/kg	Olsen modificado	7,60	MEDIO
Zinc disponible (Zn) Olsen	mg/kg	Olsen modificado	3,40	ALTO
Cobre disponible (Cu) Olsen	mg/kg	Olsen modificado	3,10	ALTO
Boro disponible (B)	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	0,17	BAJO
SATURACION DE BASES	Saturacion de Calcio	30%	Bajo	NIVEL DE LOS ELEMENTOS* 
	Saturacion de Magnesio	5%	Bajo	
	Saturacion de Potasio	6%	Alto	
	Saturacion de Sodio	1%	Normal	
	Saturacion de Aluminio	49%	RESTRICTIVO	
RELACIONES IÓNICAS	Relacion Ca/Mg	6,1		
	Relacion (ca+Mg)/K	6,0		
	Relacion Mg/K	0,8		
	Relacion Ca/B	3689		
OBSERVACIONES: * interpretacion basada en: ICA, 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25: Los resultados son validos unicamente para la muestra en referencia. Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma. Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorizacion formal de CORPOICA CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3 CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA (CUNDINAMARCA) TELÉFONOS: 4227300, extensión 1414				

Anexo 3. Formatos de campo para los rendimientos

Información de producción														
No. De parcela	PLANTAS COSECHADAS			PESO DE LOS TUBERCULOS/CLASES										
	Genotipo	Surcos	Total plantas cosechadas	0	1ra.	2da.	Riche	No. Total tub/surco	0	1ra.	2da.	Riche	Resollos en kg por surco	
1	CLON1	Borde												
		Central												
		Borde												
2	CLON3	Borde												
		Central												
		Borde												
3	CLON4	Borde												
		Central												
		Borde												
4	CLON5	Borde												
		Central												
		Borde												
5	CLON6	Borde												
		Central												
		Borde												
6	CLON7	Borde												
		Central												
		Borde												
7	CLON8	Borde												
		Central												
		Borde												
8	CLON9	Borde												
		Central												
		Borde												
9	CLON10	Borde												
		Central												
		Borde												
10	Textigo	Borde												
		Central												
		Borde												
11	CLON3	Borde												
		Central												
		Borde												
12	CLON2	Borde												
		Central												
		Borde												
13	CLON8	Borde												
		Central												
		Borde												
14	CLON9	Borde												
		Central												
		Borde												
15	Textigo	Borde												
		Central												
		Borde												
16	CLON4	Borde												
		Central												
		Borde												
17	CLON5	Borde												
		Central												
		Borde												
18	CLON7	Borde												
		Central												
		Borde												
19	CLON6	Borde												
		Central												
		Borde												
20	CLON10	Borde												
		Central												
		Borde												
21	CLON8	Borde												
		Central												
		Borde												
22	Textigo	Borde												
		Central												
		Borde												
23	CLON1	Borde												
		Central												
		Borde												

Fuente: (Villamizar, 2015)

Anexo 4. Comparación de tratamientos

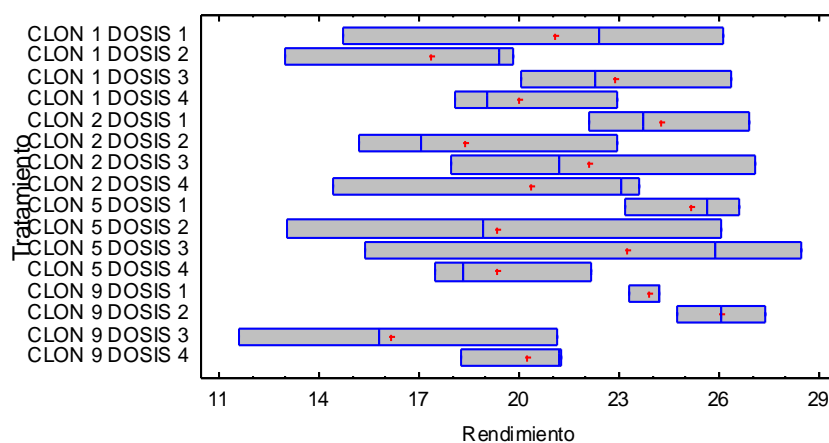
* indica una diferencia significativa.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 1 DOSIS 2		3,69333	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 1 DOSIS 3		-1,81333	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 1 DOSIS 4		1,06333	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 2 DOSIS 1		-3,16	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 2 DOSIS 2		2,66333	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 2 DOSIS 3		-1,01667	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 2 DOSIS 4		0,706667	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 5 DOSIS 1		-4,07333	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 5 DOSIS 2		1,73333	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 5 DOSIS 3		-2,16667	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 5 DOSIS 4		1,75	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 1		-2,84333	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 2		-4,97333	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 3		4,89667	6,73798
CLON 1 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 4		0,84	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 1 DOSIS 3		-5,50667	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 1 DOSIS 4		-2,63	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 2 DOSIS 1	*	-6,85333	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 2 DOSIS 2		-1,03	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 2 DOSIS 3		-4,71	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 2 DOSIS 4		-2,98667	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 5 DOSIS 1	*	-7,76667	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 5 DOSIS 2		-1,96	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 5 DOSIS 3		-5,86	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 5 DOSIS 4		-1,94333	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 1		-6,53667	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 2	*	-8,66667	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 3		1,20333	6,73798
CLON 1 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 4		-2,85333	6,73798
CLON 1 DOSIS 3 - CLON 1 DOSIS 4		2,87667	6,73798
CLON 1 DOSIS 3 - CLON 2 DOSIS 1		-1,34667	6,73798
CLON 1 DOSIS 3 - CLON 2 DOSIS 2		4,47667	6,73798
CLON 1 DOSIS 3 - CLON 2 DOSIS 3		0,796667	6,73798
CLON 1 DOSIS 3 - CLON 2 DOSIS 4		2,52	6,73798
CLON 1 DOSIS 3 - CLON 5 DOSIS 1		-2,26	6,73798
CLON 1 DOSIS 3 - CLON 5 DOSIS 2		3,54667	6,73798
CLON 1 DOSIS 3 - CLON 5 DOSIS 3		-0,353333	6,73798
CLON 1 DOSIS 3 - CLON 5 DOSIS 4		3,56333	6,73798
CLON 1 DOSIS 3 - CLON 9 DOSIS 1		-1,03	6,73798
CLON 1 DOSIS 3 - CLON 9 DOSIS 2		-3,16	6,73798
CLON 1 DOSIS 3 - CLON 9 DOSIS 3		6,71	6,73798
CLON 1 DOSIS 3 - CLON 9 DOSIS 4		2,65333	6,73798
CLON 1 DOSIS 4 - CLON 2 DOSIS 1		-4,22333	6,73798
CLON 1 DOSIS 4 - CLON 2 DOSIS 2		1,6	6,73798
CLON 1 DOSIS 4 - CLON 2 DOSIS 3		-2,08	6,73798
CLON 1 DOSIS 4 - CLON 2 DOSIS 4		-0,356667	6,73798
CLON 1 DOSIS 4 - CLON 5 DOSIS 1		-5,13667	6,73798
CLON 1 DOSIS 4 - CLON 5 DOSIS 2		0,67	6,73798
CLON 1 DOSIS 4 - CLON 5 DOSIS 3		-3,23	6,73798
CLON 1 DOSIS 4 - CLON 5 DOSIS 4		0,686667	6,73798
CLON 1 DOSIS 4 - CLON 9 DOSIS 1		-3,90667	6,73798
CLON 1 DOSIS 4 - CLON 9 DOSIS 2		-6,03667	6,73798

CLON 1 DOSIS 4 - CLON 9 DOSIS 3		3,83333	6,73798
CLON 1 DOSIS 4 - CLON 9 DOSIS 4		-0,223333	6,73798
CLON 2 DOSIS 1 - CLON 2 DOSIS 2		5,82333	6,73798
CLON 2 DOSIS 1 - CLON 2 DOSIS 3		2,14333	6,73798
CLON 2 DOSIS 1 - CLON 2 DOSIS 4		3,86667	6,73798
CLON 2 DOSIS 1 - CLON 5 DOSIS 1		-0,913333	6,73798
CLON 2 DOSIS 1 - CLON 5 DOSIS 2		4,89333	6,73798
CLON 2 DOSIS 1 - CLON 5 DOSIS 3		0,993333	6,73798
CLON 2 DOSIS 1 - CLON 5 DOSIS 4		4,91	6,73798
CLON 2 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 1		0,316667	6,73798
CLON 2 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 2		-1,81333	6,73798
CLON 2 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 3	*	8,05667	6,73798
CLON 2 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 4		4,0	6,73798
CLON 2 DOSIS 2 - CLON 2 DOSIS 3		-3,68	6,73798
CLON 2 DOSIS 2 - CLON 2 DOSIS 4		-1,95667	6,73798
CLON 2 DOSIS 2 - CLON 5 DOSIS 1		-6,73667	6,73798
CLON 2 DOSIS 2 - CLON 5 DOSIS 2		-0,93	6,73798
CLON 2 DOSIS 2 - CLON 5 DOSIS 3		-4,83	6,73798
CLON 2 DOSIS 2 - CLON 5 DOSIS 4		-0,913333	6,73798
CLON 2 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 1		-5,50667	6,73798
CLON 2 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 2	*	-7,63667	6,73798
CLON 2 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 3		2,23333	6,73798
CLON 2 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 4		-1,82333	6,73798
CLON 2 DOSIS 3 - CLON 2 DOSIS 4		1,72333	6,73798
CLON 2 DOSIS 3 - CLON 5 DOSIS 1		-3,05667	6,73798
CLON 2 DOSIS 3 - CLON 5 DOSIS 2		2,75	6,73798
CLON 2 DOSIS 3 - CLON 5 DOSIS 3		-1,15	6,73798
CLON 2 DOSIS 3 - CLON 5 DOSIS 4		2,76667	6,73798
CLON 2 DOSIS 3 - CLON 9 DOSIS 1		-1,82667	6,73798
CLON 2 DOSIS 3 - CLON 9 DOSIS 2		-3,95667	6,73798
CLON 2 DOSIS 3 - CLON 9 DOSIS 3		5,91333	6,73798
CLON 2 DOSIS 3 - CLON 9 DOSIS 4		1,85667	6,73798
CLON 2 DOSIS 4 - CLON 5 DOSIS 1		-4,78	6,73798
CLON 2 DOSIS 4 - CLON 5 DOSIS 2		1,02667	6,73798
CLON 2 DOSIS 4 - CLON 5 DOSIS 3		-2,87333	6,73798
CLON 2 DOSIS 4 - CLON 5 DOSIS 4		1,04333	6,73798
CLON 2 DOSIS 4 - CLON 9 DOSIS 1		-3,55	6,73798
CLON 2 DOSIS 4 - CLON 9 DOSIS 2		-5,68	6,73798
CLON 2 DOSIS 4 - CLON 9 DOSIS 3		4,19	6,73798
CLON 2 DOSIS 4 - CLON 9 DOSIS 4		0,133333	6,73798
CLON 5 DOSIS 1 - CLON 5 DOSIS 2		5,80667	6,73798
CLON 5 DOSIS 1 - CLON 5 DOSIS 3		1,90667	6,73798
CLON 5 DOSIS 1 - CLON 5 DOSIS 4		5,82333	6,73798
CLON 5 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 1		1,23	6,73798
CLON 5 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 2		-0,9	6,73798
CLON 5 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 3	*	8,97	6,73798
CLON 5 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 4		4,91333	6,73798
CLON 5 DOSIS 2 - CLON 5 DOSIS 3		-3,9	6,73798
CLON 5 DOSIS 2 - CLON 5 DOSIS 4		0,0166667	6,73798
CLON 5 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 1		-4,57667	6,73798
CLON 5 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 2		-6,70667	6,73798
CLON 5 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 3		3,16333	6,73798
CLON 5 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 4		-0,893333	6,73798
CLON 5 DOSIS 3 - CLON 5 DOSIS 4		3,91667	6,73798
CLON 5 DOSIS 3 - CLON 9 DOSIS 1		-0,676667	6,73798
CLON 5 DOSIS 3 - CLON 9 DOSIS 2		-2,80667	6,73798
CLON 5 DOSIS 3 - CLON 9 DOSIS 3	*	7,06333	6,73798
CLON 5 DOSIS 3 - CLON 9 DOSIS 4		3,00667	6,73798

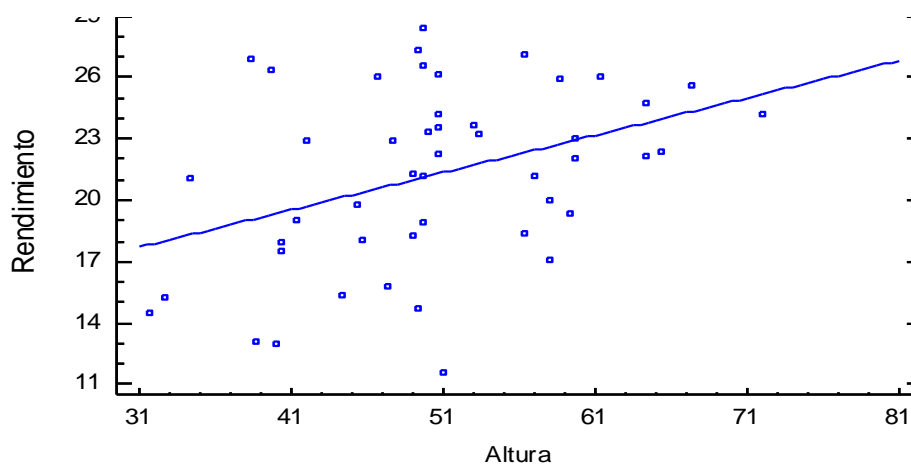
CLON 5 DOSIS 4 - CLON 9 DOSIS 1		-4,59333	6,73798
CLON 5 DOSIS 4 - CLON 9 DOSIS 2		-6,72333	6,73798
CLON 5 DOSIS 4 - CLON 9 DOSIS 3		3,14667	6,73798
CLON 5 DOSIS 4 - CLON 9 DOSIS 4		-0,91	6,73798
CLON 9 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 2		-2,13	6,73798
CLON 9 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 3	*	7,74	6,73798
CLON 9 DOSIS 1 - CLON 9 DOSIS 4		3,68333	6,73798
CLON 9 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 3	*	9,87	6,73798
CLON 9 DOSIS 2 - CLON 9 DOSIS 4		5,81333	6,73798
CLON 9 DOSIS 3 - CLON 9 DOSIS 4		-4,05667	6,73798

Anexo 5. Rendimiento de los clones de papa en función del sistema de



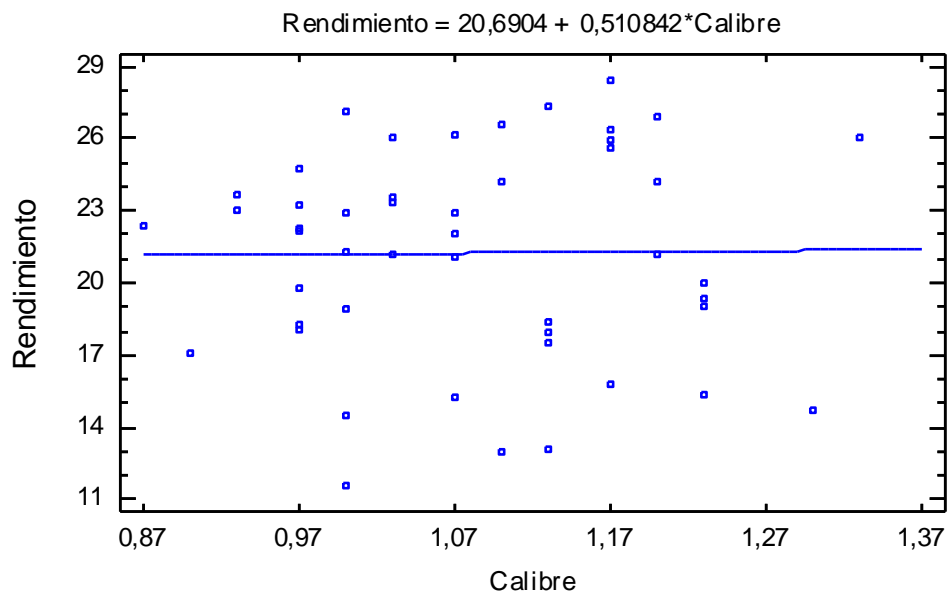
Fuente: Autor

Anexo 6. Modelo Ajustado para la correlación de rendimiento y altura



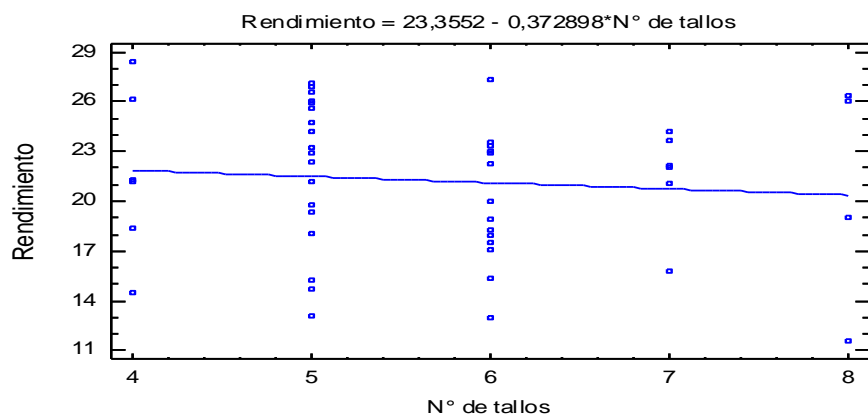
Fuente: Autor

Anexo 7. Modelos ajustados entre el calibre de la planta y el rendimiento

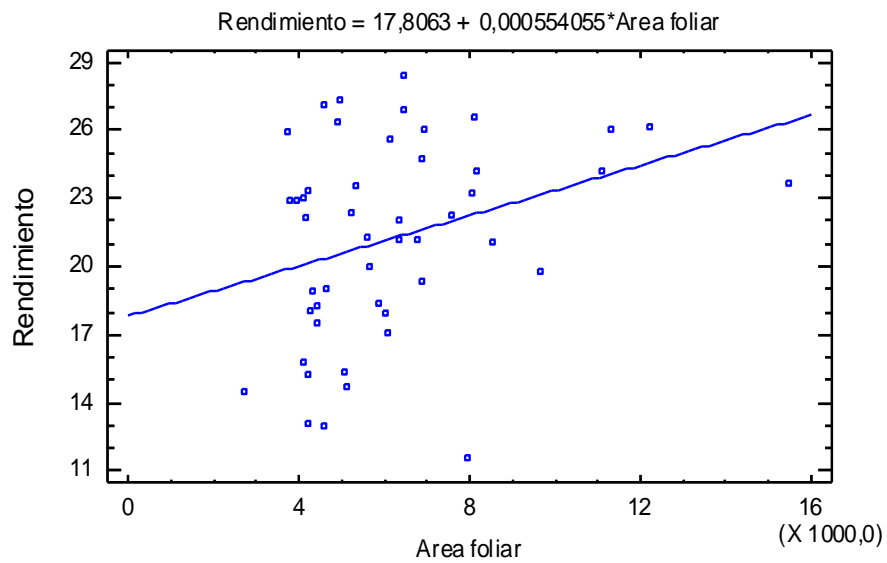


Fuente: Autor.

ANEXO 8. Regresión Simple, N° de Tallos frente a rendimiento



Fuente: Autor.

ANEXO 9, Modelo ajustado de regresión simple entre área foliar y rendimiento

Fuente: Autor

Anexo 10. Costos de producción de papa Criolla por ha dosis 1.

	A	B	C	D	E	F
1	UNIVERSIDAD DE PAMPLONA					
2	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS					
3	PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA					
4	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE CUATRO CLONES PROMISORIOS DE PAPA CRIOLLA (Solana)					
5	ANALISIS DE COSTOS					
6	2016					
7						
8	PATRÓN					
9	ACTIVIDADES	PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR \$/UN	VALOR \$/Ha
10	COSTOS DIRECTOS					
11	1. LABORES					
12	1.1. ADECUACION DEL TERRENO					
13	ALQUILER MOTOCULTOR		Horas	66	\$20,000	\$1.320,000
14	SUBTOTAL					\$1.320,000
15	1.2. LABORES CULTURALES					
16	DRENAJES		Jornal	4	\$30,000	\$120,000
17	SIEMBRA + FERTILIZACIÓN + TAPADA		Jornal	12	\$30,000	\$360,000
18	DESHIERBE + APORQUE + FERTILIZANTE		Jornal	15	\$30,000	\$450,000
19	APLICACIÓN DE FUNGICIDAS		Jornal	25	\$30,000	\$750,000
20	COSECHA		Jornal	33	\$30,000	\$990,000
21	EMPACADA		Jornal	3	\$30,000	\$90,000
22	SUBTOTAL					\$2.760,000
23	VALOR SUBTOTAL (SUMA DE 1.1 A 1.2)					4080000
24	2. FERTILIZANTES					
25		TRIPLE (15 - 15 - 15)	BULTO	16	\$85,000	\$1.360,000
26	COMPUESTOS	ABOTEK (13 - 4 - 24 - 5)	BULTO	15	\$76,000	\$1.140,000
27	FOLIARES	AGROXAL	LITRO	4	\$25,000	100000
28	SUBTOTAL					\$2.600,000
29	3. ENMIENDAS					
30	MATERIA ORGANICA	GALLINAZA	BULTO	31	\$40,000	\$ 1.240,000
31	CORRECTIVOS	CAL DOLOMITA	BULTO	13	\$14,000	\$182,000
32	SUBTOTAL					1422000
33	4. MATERIALES Y SUMINISTROS					
34	SEMILLA		BULTO	2	\$100,000	\$200,000
35	FUNGICIDA	MANCOZEB	KILO		\$13,000	\$19,500
36	FUNGICIDA 1	PROPINEB + CIMOXANIL	KILO		\$17,500	\$78,750
37	FUNGICIDA 2	PROPAMOCARB + FLUCPICOLIDE	LITRO		\$23,000	\$23,000
38	FUNGICIDA 3	CYMOXANIL + MANCOZEB	KILO		\$12,200	\$73,200
39	FUNGICIDA 4	MANCOZEB	KILO		\$13,100	\$39,300
40	INSECTICIDA	CLOPPIRIFOS	KILO		\$6,000	\$12,000
41	INSECTICIDA 1	METAMIDOFOS	LITRO		\$23,000	\$46,000
42	INSECTICIDA 2	PERMETRINA	LITRO		\$78,000	\$117,000
43	HERBICIDA	METRIBUZINA	LITRO		\$112,000	\$112,000
44	CABIYA		ROLLO	4	\$30,000	\$120,000
45	EMPAQUES (FIBRA)		UNIDAD	324	\$840	\$272,16
46	SUBTOTAL					\$1.112,910
47	VALOR SUBTOTAL (SUMA DEL 2 AL 4)					\$5.134.910
48	5. OTROS COSTOS					
49	ADMINISTRACIÓN C.D 5%		10%			921491
50	ASISTENCIA TECNICA		5%			460745,5
51	ARRIENDO					460745
52	SUBTOTAL OTROS COSTOS					1842981,5
53	COSTOS TOTAL POR HA					\$11.057.892
54						
55						
56	RESUMEN					
57	1. RENDIMIENTO EN Kg					22.440
58	2. COSTOS DE PRODUCCION (\$/h.)					\$11.057.892
59	3. PRECIO PAGADO AL PRODUCTO POR					\$1.200
60	4. INGRESO (\$/h.)= 3*1					\$26.928.000
61	5. UTILIDAD BRUTA (\$/h.)= 4-2					\$15.870.108,00
62	6. RENTABILIDAD					143,52
63						

Anexo 11. Costos de producción de papa Criolla por ha dosis 2.

1	UNIVERSIDAD DE PAMPLONA					
2	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS					
3	PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA					
4	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE CUATRO CLONES PROMISORIOS DE PAPA CRI					
5	ANÁLISIS DE COSTOS					
6	2016					
7	ACTIVIDADES	PATRÓN				
8		PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR \$/UM	VALOR \$/Ha
9	COSTOS DIRECTOS					
10	1. LABORES					
11	1.1. ADECUACION DEL TERRENO					
12	ALQUILER MOTOCULTOR		Horas	66	\$20,000	\$1.320,000
13	SUBTOTAL					\$1.320,000
14	1.2. LABORES CULTURALES					
15	DRENAJES		Jornal	4	\$30,000	\$120,000
16	SIEMBRA + FERTILIZACIÓN + TAPADA		Jornal	12	\$30,000	\$360,000
17	DESHERBE + APORQUE + FERTILIZANTE		Jornal	15	\$30,000	\$450,000
18	APLICACIÓN DE FUNGICIDAS		Jornal	25	\$30,000	\$750,000
19	COSECHA		Jornal	33	\$30,000	\$990,000
20	EMPACADA		Jornal	3	\$30,000	\$90,000
21	SUBTOTAL					\$2.760,000
22	VALOR SUBTOTAL (SUMA DE 1.1 A 1.2)					
23	2. FERTILIZANTES					
24		TRIPLE (15 - 15 - 15)	BULTO	13,5	\$85,000	\$1.147,500
25	COMPUESTOS	ABOTEK (13 - 4 - 24 - 5)	BULTO	9	\$76,000	\$684,000
26	SIMPLES	FOSFOABONO (0-25-0)	BULTO	5	60000	\$300,000
27	FOLIARES	AGROXAL	LITRO	4	\$25,000	100000
28	SUBTOTAL					\$2.231,000
29	3. ENMIENDAS					
30	CORRECTIVOS	CAL DOLOMITA	BULTO	13	\$14,000	\$182,000
31	SUBTOTAL					\$182,000
32	4. MATERIALES Y SUMINISTROS					
33	SEMILLA		BULTO	2	\$100,000	\$200,000
34	FUNGICIDA	MANCOZEB	KILO		\$13,000	\$19,500
35	FUNGICIDA 1	PROPINEB + CIMOXANIL	KILO		\$17,500	\$78,750
36	FUNGICIDA 2	PAMOCARB + FLUOPICL	LITRO		\$23,000	\$23,000
37	FUNGICIDA 3	YMOXANIL + MANCOZE	KILO		\$12,200	\$73,200
38	FUNGICIDA 4	MANCOZEB	KILO		\$13,100	\$39,300
39	INSECTICIDA	CLORPIRIFOS	KILO		\$6,000	\$12,000
40	INSECTICIDA 1	METAMIDOFOS	LITRO		\$23,000	\$46,000
41	INSECTICIDA 2	PERMETRINA	LITRO		\$78,000	\$117,000
42	HERBICIDA	METRIBUZINA	LITRO		\$112,000	\$112,000
43	CABUYA		ROLLO	4	\$30,000	\$120,000
44	EMPAQUES (FIBRA)		UNIDAD	324	\$840	\$272,16
45	SUBTOTAL					\$1.112,910
46	VALOR SUBTOTAL (SUMA DEL 2 AL 4)					
47	5. OTROS COSTOS					
48	ADMINISTRACIÓN C.D 5%			10%		760591
49	ASISTENCIA TECNICA			5%		380295,5
50	ARRIENDO					380295
51	SUBTOTAL OTROS COSTOS					1521181,5
52	COSTOS TOTAL POR HA					
53						\$9.127.092
54						
55	RESUMEN					
56	1. RENDIMIENTO EN Kg	20.291				
57	2. COSTOS DE PRODUCCION (\$/h.)	\$9.127.092				
58	3. PRECIO PAGADO AL PRODUCTO	\$1.200				
59	4. INGRESO (\$/h.)= 3*1	\$24.349.200				
60	5. UTILIDAD BRUTA (\$/h.)= 4-2	\$15.222.108,50				
61	6. RENTABILIDAD	166,78				

Anexo 12. Costos de producción de papa Criolla por ha dosis 3.

	A	B	C	D	E	F
1	UNIVERSIDAD DE PAMPLONA					
2	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS					
3	PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA					
4	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE CUATRO CLONES PROMISORIOS DE PAPA CRIOLLA					
5	ANÁLISIS DE COSTOS					
6	2016					
7						
8			PATRÓN			
9	ACTIVIDADES	PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR \$/UN	VALOR \$/Ha
10	COSTOS DIRECTOS					
11	1. LABORES					
12	1.1. ADECUACION DEL TERRENO					
13	ALQUILER MOTOCULTOR		Horas	66	\$20,000	\$1.320,000
14	SUBTOTAL					\$1.320,000
15	1.2. LABORES CULTURALES					
16	DRENAJES		Jornal	4	\$30,000	\$120,000
17	SIEMBRA + FERTILIZACIÓN + TAPADA		Jornal	12	\$30,000	\$360,000
18	DESHIERBE + APORQUE + FERTILIZANTE		Jornal	15	\$30,000	\$450,000
19	APLICACIÓN DE FUNGICIDAS		Jornal	25	\$30,000	\$750,000
20	COSECHA		Jornal	33	\$30,000	\$990,000
21	EMPACADA		Jornal	3	\$30,000	\$90,000
22	SUBTOTAL					\$2.760,000
23	VALOR SUBTOTAL (SUMA DE 1.1 A 1.2)					4080000
24	2. FERTILIZANTES					
25		TRIPLE (15 - 15 - 15)	BULTO	9	\$85,000	\$765,000
26	COMPUESTOS	ABOTEK (13 - 4 - 24 - 5)	BULTO	6,6	\$76,000	\$501,600
27	SIMPLES	FOSFOABONO (0-25-0)	BULTO	3,3	60000	\$198,000
28	FOLIARES	AGROXAL	LITRO	4	\$25,000	100000
29	SUBTOTAL					\$1.564,600
30	3. ENMIENDAS					
31	CORRECTIVOS	CAL DOLOMITA	BULTO	13	\$14,000	\$182,000
32	SUBTOTAL					\$182,000
33	4. MATERIALES Y SUMINISTROS					
34	SEMILLA		BULTO	2	\$100,000	\$200,000
35	FUNGICIDA	MANCOZEB	KILO		\$13,000	\$19,500
36	FUNGICIDA 1	PROPINEB + CIMOXANIL	KILO		\$17,500	\$78,750
37	FUNGICIDA 2	PAMOCARB + FLUOPICO	LITRO		\$23,000	\$23,000
38	FUNGICIDA 3	CYMOXANIL + MANCOZEB	KILO		\$12,200	\$73,200
39	FUNGICIDA 4	MANCOZEB	KILO		\$13,100	\$39,300
40	INSECTICIDA	CLOPPIRIFOS	KILO		\$6,000	\$12,000
41	INSECTICIDA 1	METAMIDOFOS	LITRO		\$23,000	\$46,000
42	INSECTICIDA 2	PERMETRINA	LITRO		\$78,000	\$117,000
43	HERBICIDA	METRIBUZINA	LITRO		\$112,000	\$112,000
44	CABUYA		ROLLO	4	\$30,000	\$120,000
45	EMPAQUES (FIBRA)		UNIDAD	324	\$840	\$272,16
46	SUBTOTAL					\$1.112,910
47	VALOR SUBTOTAL (SUMA DEL 2 AL 4)					\$2.859,510
48	5. OTROS COSTOS					
49	ADMINISTRACIÓN C.D 5%		10%			693951
50	ASISTENCIA TECNICA		5%			346975,5
51	ARRIENDO					346975
52	SUBTOTAL OTROS COSTOS					1387901,5
53	COSTOS TOTAL POR HA					8327411,5
54						
55						
56	RESUMEN					
57	1. RENDIMIENTO EN Kg					17.054
58	2. COSTOS DE PRODUCCION (\$/h.)					\$8.327.412
59	3. PRECIO PAGADO AL PRODUCTO					\$1.200
60	4. INGRESO (\$/h.)= 3*1					\$20.464.800
61	5. UTILIDAD BRUTA (\$/h.)= 4-2					\$12.137.388,50
62	6. RENTABILIDAD					145,75

Anexo 13. Costos de producción de papa Criolla por ha dosis 4.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA					
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS					
PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA					
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE CUATRO CLONES PROMISORIOS DE PAPA CRIOLLA					
ANÁLISIS DE COSTOS					
2016					
ACTIVIDADES	PATRÓN				
	PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	ALOR \$/UNI	VALOR \$/Ha
COSTOS DIRECTOS					
1. LABORES					
1.1. ADECUACION DEL TERRENO					
ALQUILER MOTOCULTOR		Horas	66	\$20,000	\$1.320,000
SUBTOTAL					\$1.320,000
1.2. LABORES CULTURALES					
DRENAJES		Jornal	4	\$30,000	\$120,000
SIEMBRA + FERTILIZACIÓN + TAPADA		Jornal	12	\$30,000	\$360,000
DESHERBE + APORCQUE + FERTILIZANTE		Jornal	15	\$30,000	\$450,000
APLICACIÓN DE FUNGICIDAS		Jornal	25	\$30,000	\$750,000
COSECHA		Jornal	33	\$30,000	\$990,000
EMPACADA		Jornal	3	\$30,000	\$90,000
SUBTOTAL					\$2.760,000
VALOR SUBTOTAL (SUMA DE 1.1 A 1.2)					\$4.080,000
2. FERTILIZANTES					
COMPUESTOS	TRIPLE (15 - 15 - 15)	BULTO	7,5	\$85,000	\$637,500
	ABOTEK (13 - 4 - 24 - 5)	BULTO	5	\$76,000	\$380,000
SIMPLES	FOSFOABONO (0 - 25 - 0)	BULTO	2,5	\$60,000	\$150,000
FOLIARES	AGROXAL	LITRO	4 L/ha	\$25,000	\$100,000
SUBTOTAL					\$1.117,500
3. ENMIENDAS					
CORRECTIVOS	CAL DOLOMITA	BULTO	13	\$14,000	\$182,000
SUBTOTAL					\$182,000
4. MATERIALES Y SUMINISTROS					
SEMILLA		BULTO	2	\$100,000	\$200,000
FUNGICIDA	MANCOZEB	KILO		\$13,000	\$19,500
FUNGICIDA 1	PROPINEB + CIMOXANIL	KILO		\$17,500	\$78,750
FUNGICIDA 2	PAMOCARB + FLUOPIC	LITRO		\$23,000	\$23,000
FUNGICIDA 3	CYMOXANIL + MANCOZEB	KILO		\$12,200	\$73,200
FUNGICIDA 4	MANCOZEB	KILO		\$13,100	\$39,300
INSECTICIDA	CLORPIRIFOS	KILO		\$6,000	\$12,000
INSECTICIDA 1	METAMIDOFOS	LITRO		\$23,000	\$46,000
INSECTICIDA 2	PERMETRINA	LITRO		\$78,000	\$117,000
HERBICIDA	METRIBUZINA	LITRO		\$112,000	\$112,000
CABUYA		ROLLO	4	\$30,000	\$120,000
EMPAQUES (FIBRA)		UNIDAD	324	\$840	\$272,16
SUBTOTAL					\$1.112,910
VALOR SUBTOTAL (SUMA DEL 2 AL 4)					\$2.412,410
5. OTROS COSTOS					
ADMINISTRACIÓN C.D 5%			10%		\$649,241
ASISTENCIA TECNICA			5%		324,6205
ARRIENDO					322,4955
SUBTOTAL OTROS COSTOS					\$1.296,357
COSTOS TOTAL POR HA					\$7.788,767
RESUMEN					
1. RENDIMIENTO EN Kg	19.983				
2. COSTOS DE PRODUCCION (\$/h.)	\$7.788.767,00				
3. PRECIO PAGADO AL PRODUCTO	\$1.200				
4. INGRESO (\$/h.)= 3*1	\$23.979.600				
5. UTILIDAD BRUTA (\$/h.)= 4-2	\$16.190.833				
6. RENTABILIDAD	207,87				