

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

**Jhonatan Lara López
Cód. 1121873296**

**Director:
I.A MsC. César Villamizar Quiñones**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Departamento de Ingeniería Agronómica
Trabajo de Grado – Modalidad Investigativa
Diciembre de 2016**

**EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO DE CUATRO ii
CLONES DE PAPA CRIOLLA (*Solanum phureja*) EN EL MUNICIPIO DE CHITAGÁ,
NORTE DE SANTANDER.**

**Jhonatan Lara López
1.121.873.296**

**Trabajo de grado presentado como requisito
parcial para optar al título de ingeniero agrónomo.**

**Director:
I.A MsC. César Villamizar Quiñones
Profesor Asociado Facultad de Ciencias Agrarias.**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Departamento de Ingeniería Agronómica
Trabajo de Grado – Modalidad Investigativa
Diciembre de 2016**

Primeramente a Dios por haberme acompañado en este proceso académico que no fue nada fácil estando lejos de mi familia y de mi tierra.

Al ser que ha dado todo por verme salir adelante, por sus sacrificios y sus consejos mi querida madre Emilce López,

A mi hermano Jhover por su apoyo y su respaldo.

A mí querida abuelita Carlina que ha sido mi fuente principal de inspiración, por su cariño y su amor incondicional.

A Keterin Cáceres por el apoyo moral e incondicional a lo largo de toda mi carrera.

A toda mi familia por sus palabras de aliento en los momentos difíciles.

A la Universidad y al municipio de Pamplona por haberme acogido y
brindado la oportunidad de ser un profesional.

A todos mis maestros por haberme instruido y por haber compartido sus
experiencias, sobre todo por haberme aguantado y haber creado en mí un
profesional para el Agro Colombiano.

A mi director de trabajo de grado, Profesor César Villamizar por sus valiosos
conocimientos y sus aportes no solo académico si no también morales y
espirituales.

A Yeison Páez por su respaldo, quien más que un amigo ha sido como un
hermano.

Al Fondo de Educación Superior del Casanare (FESCA) por la ayuda económica.

A mis amigos y compañeros por el apoyo y el respaldo durante toda mi carrera.

A don Alberto Villamizar por creer en los profesionales del mañana y abrirnos las
puertas de su finca.

A todas las personas que de alguna u otra forma colaboraron en la realización de
este trabajo.

Esta investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar los efectos de cuatro dosis de fertilización en el rendimiento de cuatro clones de papa criolla en el municipio de Chitagá, a una altura de 2.040 msnm, con una temperatura promedio de 17°C, suelos poco profundos y de baja fertilidad. Los cuatro mejores clones seleccionados de estudios anteriores, se sometieron a diversos sistemas de fertilización y se evaluaron sus rendimientos para identificar la mejor opción para los agricultores.

Los tratamientos sobre fertilización se generaron a partir de los resultados del análisis de suelo y los requerimientos nutricionales obtenidos por el ICA. Se determinaron cuatro dosis así: la primera dosis manejada como práctica cultural por el agricultor. La segunda dosis con base en el análisis de suelo. La tercera dosis definida con base en el análisis de suelo más el 50% de fertilizante. La cuarta dosis calculada a partir del análisis de suelo menos el 20% de fertilizante.

Las variables de rendimiento para el estudio fueron: número de tallos, grosor de los tallos, altura de la planta y área foliar de la planta, evaluadas en época de plena floración del cultivo. La altura de la planta y grosor de los tallos son las que más influyen en los rendimientos, pero su aporte solo alcanza el 36%.

Al momento de la cosecha se evaluaron los tubérculos, estimando el peso por categorías dependiendo su tamaño. Los tubérculos, se clasificaron en cuatro tamaños: cero, primera, segunda y riche, (riche el tamaño más pequeño). También se realizó una evaluación sanitaria a los tubérculos para determinar la presencia de patógenos importantes en el cultivo.

No se encontraron diferencias significativas entre el rendimiento arrojado por los diferentes clones. Las dosis de fertilizante con respecto al rendimiento en toneladas por hectárea presentaron diferencia, mostrando que a mayor cantidad de fertilizante mayor peso y diámetro del tubérculo.

La dosis de fertilización recomendada para utilizar es la obtenida bajo resultados del análisis de suelo o dosis dos, además que presenta una ganancia económica de 160% sobre lo invertido haciéndola más rentable frente a las otras dosis estudiadas.

Palabras Claves: Clon; fertilización; rendimiento; Papa criolla, *Solanum phureja*

This research was carried out with the objective of evaluating the effects of four doses of fertilization on the yield of four clones of potato criolla in the municipality of Chitagá, at a height of 2,040 msnm, with an average temperature of 17 ° C, shallow soils and low fertility. The four best clones selected from previous studies were subjected to various fertilization systems and their yields were evaluated to identify the best option for farmers.

Fertilization treatments were generated from the results of the soil analysis and the nutritional requirements obtained by the ICA. Four doses were determined as follows: the first dose handled as a cultural practice by the farmer. The second dose based on soil analysis. The third dose was defined based on the soil analysis plus 50% of fertilizer. The fourth dose calculated from the soil analysis minus 20% of fertilizer.

The yield variables for the study were number of stems, thickness of stems, height of plant and leaf area of the plant, evaluated at full bloom season. The height of the plant and thickness of the stems are the most influential in yields, but its contribution only reaches 36%.

At the time of harvest the tubers were evaluated, estimating the weight by categories depending on their size. The tubers were classified into four sizes: zero, first, second and riche, (riche the smallest size). A health assessment was also carried out on the tubers to determine the presence of important pathogens in the crop.

No significant differences were found between the performance of different clones. The fertilizer doses with respect to the yield in tons per hectare presented difference, showing that to a greater quantity of fertilizer, greater weight and diameter of the tuber.

The fertilization dose recommended to be used is the one obtained under the results of the soil analysis or dose two, besides that it presents an economic gain of 160% on the invested making it more profitable compared to the other doses studied.

Keywords: Clone; fertilization; performance; Pope criolla, *Solanum phureja*

Capítulo 1 Introducción	1
1.2 Planteamiento y descripción del problema.	2
1.3 Justificación.	4
1.4 Delimitación.....	6
1.5 Objetivos.	7
1.5.1 Objetivo general.....	7
1.5.2 Objetivos específicos	7
Capítulo 2 Marco Referencial.....	8
2.1 Antecedentes.	8
2.2 Marco teórico.....	10
2.2.1 Generalidades de la Papa Variedad Criolla Colombia.....	11
2.2.2 Generalidades de la Papa Variedad Criolla Galeras.	12
2.2.3 Generalidades de la Papa Variedad Criolla Guaneña.	13
2.2.4 Generalidades de la Papa Variedad Criolla Latina.	14
2.2.5 Morfología de la planta de papa criolla.	15
2.2.6 Importancia del análisis de suelo para mejorar la producción agrícola.	17
Análisis Químico del suelo.	18
Interpretación del análisis de suelo.	19
2.2.7 Requerimientos nutricionales del cultivo de papa.	20
2.2.7 Definición de Fertilizante.	22
Fertilizante Simple.....	22
Fertilizante Compuesto.....	23
2.2.8 Deficiencias nutricionales del cultivo de papa.....	24
Nitrógeno (N).....	24
Fosforo (P)	25
Potasio (K)	26
Calcio (Ca).....	27
Magnesio (Mg).....	28
Azufre (S).....	29
Boro (B)	30
2.2.10 Principales Problemas Fitosanitarios.	31
Babosa (<i>Deroceras sp.</i>).....	31
Pulguilla (<i>Epitrix spp.</i>).....	32
Polilla Guatemalteca (<i>Tecia solanivora</i> Povolny)	33
Gota o añublo de la papa (<i>Phytophthora infestans</i>).....	34
Tizón Temprano (<i>Alternaria solani</i>).....	34
Sarna Polvorienta o Roñosa Polvosa (<i>Spongospora subterranea</i>).	35
Costra Negra de la papa (<i>Rhizoctonia solani</i>).....	36
Sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>).....	37
Virus del enrollamiento (PLRV)	38
Mosaico Rugoso (PVY).....	39
2.2.11 Principales variedades de papa sembradas en Colombia.	40
2.2.12 Clasificación taxonómica de la Papa Criolla	40
2.2.13 Condiciones de desarrollo para el cultivo de papa criolla.	41

2.2.14 Canales de comercialización predominantes.	41viii
2.3 Marco legal.	42
2.3.1 Resolución ICA 04000 del 30 de diciembre de 1997.	42
2.3.2 Acuerdo No.186 de la Universidad de Pamplona del 02 de diciembre de 2005.	42
Capítulo 3 Metodología.	44
3.1 Diseño metodológico.	44
3.2 Datos del material vegetal estudiado.	44
3.3 Diseño experimental.	46
3.4 Técnicas estadísticas multivariadas	48
3.5 Seguimiento y toma de datos.	49
3.6 Variables evaluadas.	50
3.6.1 Rendimiento de tubérculos por clon.	50
3.6.2 Altura de la planta.	50
3.6.3 Número de tallos.	50
3.6.4 Grosor de los tallos.	51
3.6.5 Área foliar	51
3.7 Manejo Agronómico.	51
3.7.1 Preparación y adecuación del terreno.	51
3.7.2 Siembra y primera fertilización.	52
3.7.3 Abonado.	53
3.7.4 Segunda fertilización.	54
3.7.5 Aporque.	56
3.7.6 Fertilización foliar.	57
3.7.7 Cosecha.	58
Capítulo 4 Resultados y discusión.	60
4.1. Número de tubérculos por tamaño en categorías (cero, primera, segunda y riche).....	60
4.2 Rendimiento por tratamiento.	62
4.3 Peso de tubérculos por tamaños en categorías (cero, primera, segunda y riche).	65
4.4 Modelo estadístico	66
4.5 Tabla Factorial de ANOVA para rendimiento.	67
4.6 Correlación entre las variables de rendimiento.	70
4.6.1 Regresión lineal de los mínimos cuadrados de rendimiento.	71
4.7 Sanidad de los tubérculos.	71
4.8 Análisis de costos de producción.	73
Conclusiones.	78
Recomendaciones.	79
Bibliografía	80
Anexos	83

Tabla 1 Departamentos y municipios productores de papa criolla en el país.....	5
Tabla 2 Requerimientos nutricionales de la papa.	20
Tabla 3 Clasificación Taxonómica de la papa Criolla.	40
Tabla 4 Registro y origen de colecta de los clones nativos Estudiados.....	44
Tabla 5 Distribución de los tratamientos	47
Tabla 6 Distribución de las dosis de fertilización.....	47
Tabla 7 Tratamientos correspondientes a cada dosis de fertilización.....	47
Tabla 8 Tabla de nutrientes aprovechados en la primera fertilización para Dosis 1 y 2	52
Tabla 9 Tabla de nutrientes aprovechados en la primera fertilización para dosis 3 y 4	53
Tabla 10 Total de nutrientes aprovechables del abono para la dosis 1 y 2.....	54
Tabla 11 Total de nutrientes aprovechables del abono para la dosis 3 y 4.....	54
Tabla 12 Tabla de nutrientes aprovechados en la segunda fertilización para Dosis 1 y 2.....	55
Tabla 13 Nutrientes aprovechados en la segunda fertilización para Dosis 3 y 4.....	56
Tabla 14 Nutrientes aprovechados en la fertilización foliar para Dosis 1 y 2	57
Tabla 15 Nutrientes aprovechados en la fertilización foliar para Dosis 3 y 4	57
Tabla 16 Total de fertilizante aprovechado por el cultivo hasta la cosecha en dosis 1 y 2	58
Tabla 17 Total de fertilizante aprovechado por el cultivo hasta la cosecha en dosis 3 y 4	59
Tabla 18 Tabla factorial de Anova para rendimiento.	67
Tabla 19 Prueba de Tukey para determinar las diferencias entre clones.....	69
Tabla 20 Prueba de Tukey para determinar diferencias entre dosis de fertilización	69
Tabla 21 Correlación de las variables en el rendimiento.....	70
Tabla 22 Regresión lineal de los mínimos cuadrados de rendimiento.....	71
Tabla 23 Modelo de análisis de costos para las diferentes dosis de fertilización.	74
Tabla 24 Resumen costos de producción por dosis de fertilización.	75

Figura 1 Papa Criolla Variedad Colombia. (Ñústez, 2011).....	11
Figura 2 Papa Criolla Variedad Galeras. (Ñústez, 2011).....	12
Figura 3 Papa Criolla variedad Guaneña. (Ñústez, 2011)	13
Figura 4 Papa Criolla variedad Latina. (Ñústez, 2011)	14
Figura 5 Papa Criolla Variedad Paisa. (Ñústez, 2011)	15
Figura 6 Morfología de la planta de papa. (FAO, 2008)	17
Figura 7 Extracción diaria de macronutrientes para el cultivo de papa. (Yara Colombia).....	21
Figura 8 Extracción acumulativa de nutrimentos por el cultivo de la papa.....	22
Figura 9 Deficiencia de Nitrógeno (Yara CheckIT 1.0)	24
Figura 10 Deficiencia de Fosforo (Yara CheckIT 1.0).....	25
Figura 11 Deficiencia de Potasio. (Yara CheckIT 1.0).....	26
Figura 12 Deficiencia de Calcio (Yara CheckIT 1.0).....	27
Figura 13 Deficiencia de Magnesio (Yara CheckIT 1.0).....	28
Figura 14 Deficiencia de Azufre (Yara CheckIT 1.0)	29
Figura 15 Deficiencia de Boro (Yara, CheckIT., 1.0).....	30
Figura 16 Estado de huevo y adulto de babosa. (ICA,2011)	32
Figura 17 Adulto de Epitrix sp. Daño en hojas: perforaciones circulares. (ICA, 2011).....	33
Figura 18 Daño de la semilla por la polilla de la papa. (ICA, 2011)	33
Figura 19 Síntomas en follaje de papa causado por P. infestans.(ICA,2011).....	34
Figura 20 Tizón temprano (anillos concéntricos). (ICA, 2011).....	35
Figura 21 Levantamiento de la epidermis del tubérculo. (ICA,2011)	36
Figura 22. (a) Costras negras y (b) presencia de tallos aéreos. (ICA, 2011)	37
Figura 23 Daños por sarna común en tubérculos de papa. (Hooker, 1981).....	37
Figura 24 Síntomas de enrollamiento de la hoja (PLRV) (INIA, 1999).....	38
Figura 25 Síntomas de encrespamiento de hojas, virus Y. (INIA, 1999)	39
Figura 26 Distribución del diseño experimental con sus Tratamientos.....	47
Figura 27 Actividad de aporque de la papa.	56
Figura 28 Producción de tubérculos por categoría en cada tratamiento de fertilización.	61
Figura 29 Rendimientos por tratamiento en t/ha.....	62
Figura 30 Promedio de rendimientos en ton/ha para dosis de fertilización uno	63
Figura 31 Promedio de rendimientos en ton/ha para la dosis de fertilización dos	64
Figura 32 Promedio de rendimiento en ton/ha para la dosis de fertilización tres.	64
Figura 33 Promedio de rendimiento en ton/ha para la dosis de fertilización cuatro.....	65
Figura 34 Producción en toneladas por categoría en cada tratamiento de fertilización.....	66
Figura 35 Supuesto de normalidad del rendimiento	68
Figura 36 Medias de Rendimiento para Clones VS Dosis.....	68
Figura 37 Porcentaje de daños ocasionados por insectos.	72
Figura 38 Porcentaje de daños ocasionados por enfermedades.	73
Figura 39 Porcentaje de rentabilidad por dosis de fertilización.....	76
Figura 40 Distribución de porcentajes de costos de producción para fertilización dosis uno.	77
Figura 41 Distribución de porcentajes de costos de producción para fertilización dosis dos.....	77

Anexos

Anexo 1 Análisis desuelo.....	83
Anexo 2 Ficha técnica gallinaza	84
Anexo 3 Formato de campo para determinar porcentaje de germinación.	85
Anexo 4 Libro de campo para determinar área foliar Parte A.....	86
Anexo 5 Libro de campo para la cosecha	87
Anexo 6 Libro de campo para determinar plagas y enfermedades de los tubérculos.....	88

Introducción

En el municipio de Chitagá, Norte de Santander, se realizó el estudio de 4 niveles de fertilización, en la cual 3 dosis se basaron sobre el análisis de suelos, tomando como base la dosis técnica, la siguiente dosis es la misma dosis técnica más un 50% de fertilizante y por último la dosis técnica menos el 20% de fertilizante, la última dosis hace referencia a la práctica de fertilización tradicional del agricultor, con el objetivo de determinar las cantidades necesarias de fertilizantes para establecer un cultivo de papa criolla garantizando una producción rentable, satisfaciendo las necesidades nutricionales en el cultivo y así evitar los sobrecostos a la hora de la aplicación del fertilizante.

La fertilización se realizó en tres épocas del cultivo, donde se tuvieron en cuenta las exigencias por nutriente (N, P, K, Mg, S, B, Zn, Ca, Mn, Fe) según indica (Guerrero, Fertilización en cultivos de Clima Frío, 1998)

Para determinar la eficiencia de cada tratamiento se realizó un seguimiento mediante la toma de datos analizando las variables de área foliar, altura de la planta, número de tallos y grosor de los tallos en estado vegetativo de plena floración.

La cosecha se desarrolló a los 120 días de haber germinado el cultivo, en esta labor se clasificaron los tubérculos en 4 grupos, tubérculos cero, de primera de segunda y ríche, siendo ríche la clasificación más pequeña, igualmente se pesaron los tubérculos y se calculó el peso de cada grupo de acuerdo a su clasificación.

En nuestro país no es fácil encontrar estadísticas que nos muestren de una manera organizada la producción de papa criolla, pero se ha precisado que el volumen de su producción equivale aproximadamente a un 15 por ciento del total producido de las otras clases de papas. (Gonzales, 2012)

Si bien este tubérculo sigue siendo un cultivo de subsistencia de casi todos los campesinos colombianos, también abastece la industria comercial de la papa más grande de la región andina. En el 2000, la producción excedió los 2,8 millones de toneladas, gracias a que la producción superó a la de Bolivia, Ecuador y el Perú. Desde entonces, la superficie cultivada de papa ha disminuido de 170.000 a 110.000 hectáreas, y la producción en 2007 fue de 1,9 millones de toneladas. La papa se cultiva principalmente a alturas de 1.800 a 2.300 metros en la Cordillera Central y la Cordillera Oriental. Desde el decenio de 1990 ha crecido rápidamente la industria de elaboración de la papa, que representa del 12% al 14% del total de la demanda. (Gómez & Gómez, 2014)

El uso indiscriminado de pesticidas no es solamente en nuestra región, como cita (Santamaría, 2010) La papa es el producto de origen agrícola que demanda mayor cantidad de insecticidas y fungicidas y el segundo de fertilizantes después del café. (Martinez, 2005).

1.2 Planteamiento y descripción del problema.

El bajo rendimiento de la papa en el municipio de Chitagá, siendo de 18 Ton/ha el más bajo de los municipios de Norte de Santander (Agronet, 2014) radica en el desconocimiento de las necesidades nutricionales del cultivo, lo cual lleva a los agricultores en su mayoría de casos a aplicar cantidades altas de fertilizante, no tienen una guía o un análisis de suelo para determinar la cantidad de fertilizante que deberían aplicar para no subir los costos de la producción.

Otro factor importante en el desarrollo rural y la implementación de buenas prácticas agrícolas parten del poco acompañamiento técnico que se le presenta al agricultor, actualmente no se acerca ninguna entidad del estado ni privada con fines de acompañar al agricultor en sus proyectos agropecuarios.

La poca investigación por parte de entidades gubernamentales han provocado en los agricultores la pérdida de material vegetal por la reutilización y sobre explotación de los mismos, teniendo el caso para papa criolla variedad Colombia y papa pastusa en papa negra o papa de año, obligando a los agricultores el ingreso de semilla aun sin certificar de variedades que no se

reportan como aptas para la región, teniendo el caso de variedades pastusa suprema, pastusa superior, ica única, pastusa Betania y diacol capiro pertenecientes a la especie *Tuberosum*. 3

Tal y como afirma (Martinez, 2005) la papa es de los cultivos que mayor cantidad de fertilizantes se le aplica, y en Norte de Santander no es la excepción. Según la afirmación de algunos productores de la vereda Carrillo, los altos costos de la fertilización han llevado a que se siembren otros cultivos con menos costos como la zanahoria, el cilantro, frijol y algunas aromáticas.

Estrada, (2000) afirma que el uso de dosis deficientes aplicadas puede ocasionar bajas producciones, pérdida de fertilidad del suelo y agotamiento de la tierra, en cambio excesivas dosis aplicadas nos generan contaminaciones ambientales que terminan en aguas subterráneas alterando diferentes ecosistemas, por lo que nos acogemos a los sugerencias de antes de implementar un cultivo se debe realizar el análisis de suelo, para determinar las necesidades químicas y físicas que se deben establecer en el suelo aptas para el cultivo.

El uso repetitivo de semilla variedad Colombia o “yema huevo” nos lleva a pensar que en algún momento el deterioro genético se hará visible siendo notorio en los costos de inversión incrementados por el uso irrazonable de pesticidas y fertilizantes en el afán de aumentar la producción de papa. Chitagá no es ajena a estos sucesos, según el plan de desarrollo municipal 2012 – 2016 la gran mayoría de las veredas son productoras de papa, por tal motivo el cultivo de papa representa la principal atribución de ingresos para los agricultores y comerciantes de la región.

Por lo anterior la investigación nos llevara a responder las siguientes preguntas:

¿Será importante el análisis de suelo para tomar decisiones en la cantidad de fertilizante que debemos usar?

¿Qué variables del componente agronómico influyen para un mayor rendimiento en los materiales de estudio?

¿Hay algún material de los investigados que supere los rendimientos de la variedad Criolla Colombia?

4

¿Cuál es el mejor sistema de fertilización para la papa criolla, bajo las condiciones agroecológicas de Chitagá?

1.3 Justificación.

Este proyecto surgió como una necesidad debido a los malos manejos agronómicos que se desarrollan en la región para el cultivo de papa, el agricultor del municipio de Chitagá no realiza ninguna aplicación técnica ya que no cuentan con un estudio base para tomar decisiones al momento de aplicar productos fitosanitarios como insecticidas, fungicidas o fertilizantes y abonos.

Este proyecto se toma como base para concientizar al agricultor sobre la necesidad de realizar los análisis de suelo el cual nos ayuda a obtener mayores o iguales rendimientos con un uso técnico de fertilizantes aplicando los requerimientos necesarios para establecer una producción rentable que no solo mejora sus ganancias si no que protege el suelo y sus componentes fisicoquímicos para usarlo por un mayor tiempo.

Esta investigación se basó en la evaluación de la fertilización de 4 clones que presentaron mayor rendimiento en el área de Chitagá según estudios realizados por Villamizar en el 2015 donde los de mayor rendimiento en comparación con el del testigo (variedad Colombia) fueron los clones 2, 9 y 10, usando semillas provenientes del banco de germoplasmas de CORPOICA Tibaitatá.

Teniendo en cuenta que la papa es uno de los cuatro alimentos básicos de la humanidad y en Colombia no es la excepción; en la dieta de los colombianos, el consumo per cápita aparente anual es de unos 60 kg, lo cual ratifica la importancia del tubérculo en la canasta familiar de alimentos, especialmente económicos. Como cita (Castro H. , 2005) La fertilización tiene como

fin suplementar a la planta necesidades nutricionales no satisfechas por el suelo en su condición 5 de fertilidad natural.

El cultivo de papa es la principal actividad agrícola de clima frío, dispersa en unos 250 municipios con predominio de agricultores minifundistas quienes, en general, tienen un limitado acceso a los factores de producción, servicios públicos, educación, salud, asistencia técnica agrícola, obras de infraestructura, recreación y entre otras. (Fedepapa, 2004)

Tabla 1 Departamentos y municipios productores de papa criolla en el país.

Principales Municipios Productores de Papa Criolla en Colombia.	
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS
Cundinamarca	Subachoque, Une, Cáqueza, Usme, Zipacón, Bojacá, Chocontá, Cajicá, La Calera, Cota, Guasca, Zipaquirá, Suesca, Carmen de Carupa y Mosquera.
Boyacá	Toca, Siachoque, Motovita, Ventaquemada, Umbita, La Capilla, Turmequé y Buenavista.
Nariño	Pasto, Puerres, Potosí, Córdoba, Ipiales, Pupiales, Guachucal y Cumbal.
Antioquia	Sonsón, La unión, Abejorral, Carmen de Viboral y Santuario
Cauca	Silvia, Puracé, Sotora, Jambaló y Totoró.
Norte de Santander	Mutiscua, Silos, Chitagá, Pamplona y Cécota.
Santander	Sutará, Tona, Cerrito y Málaga.

Fuente: (Mozquera. C, 1992) La modesta papa criolla.

En el país se produce papa criolla durante todo el año, el área destinada para la producción de papa criolla es de 133.865 hectáreas calculadas para el año 2012, dispersas en unos 250 municipios de la zona fría y muy fría andina. (Fedepapa, 2010) Constatando lo que se afirmó anteriormente se encuentra en la Tabla 1 los principales departamentos y sus municipios productores de este cultivo.

Esta alianza entre los agricultores de la región que permiten realizar los estudios de investigación con los estudiantes de la Universidad de Pamplona fortalece los lazos de unión, motivando no solo a los estudiantes en la continuidad de sus estudios si no a los agricultores fuente principal en la producción de alimento a seguir cultivando con un costo menor de producción y aumentando la confiabilidad en los profesionales de las ciencias agrarias.

Con el trabajo realizado se trató de dar control al uso de fertilizantes, inculcando en el agricultor la importancia del análisis de suelo frente a la toma de decisiones sobre la cantidad de fertilizante y el tipo de fertilizante que se debe utilizar en cada labor cultural para minimizar los costos de producción y aumentar sus ganancias, dando un manejo limpio sin contaminación de aguas subterráneas.

El desarrollo de la investigación tuvo un alcance de tipo científico al conocer el rendimiento agronómico de cuatro clones con las diferentes dosis, lo cual nos permitió tener facilidad de identificar los clones que mejor se adaptaron a la zona y la dosis de fertilización que nos representa mayor relación costo beneficio. En lo técnico se identificaron las variables que influyen directamente en el rendimiento agronómico del cultivo de la papa criolla, desmintiendo mitos y comprobando técnicamente mediante muestreos de campo que ayudará a que los agricultores le brinden un manejo adecuado a las variedades de papa en la región.

Con el trabajo realizado sobre el efecto de la fertilización en el rendimiento de cuatro clones de papa criolla, teniendo en cuenta tres dosis determinadas por el análisis de suelo y una cuarta dosis propuesta por el agricultor, se pretende dar una mejor perspectiva de producción a los agricultores sobre la importancia de la cantidad de fertilizante y los cuidados con las variables como el número de tallos, el diámetro del tallo y la altura de la planta y el área foliar sobre la producción de tubérculos en el cultivo de papa, también que contribuya a un apropiado manejo agronómico en los mismos, así generar espacios de investigación sobre el rendimiento agronómico en distintas variedades de papa.

Con el estudio realizado en los cuatro clones se busca encontrar la dosis adecuada para generar rendimientos comerciales, adicionalmente con este estudio aportamos resultados dirigidos a encontrar una variedad nueva que se adapte a las condiciones agroecológicas de la región.

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo general

Evaluar los efectos de cuatro dosis de fertilización en el rendimiento de cuatro clones de papa criolla (*Solanum phureja*) en el municipio de Chitagá, Norte de Santander.

1.5.2 Objetivos específicos

Determinar los clones con mayor rendimiento de acuerdo a las cuatro dosis de fertilización.

Determinar la influencia de las variables agronómicas número de tallos, grosor de tallos, altura de la planta y área foliar en el rendimiento.

Identificar desde el punto de vista económico la mejor opción de fertilización para el manejo agronómico de los materiales en estudio.

Marco Referencial.

2.1 Antecedentes.

Como antecedentes que fundamentan el presente trabajo de investigación se tomó como referencia el trabajo realizado por (Villamizar, 2015) donde se evaluaron 10 clones durante dos ciclos, obteniendo como resultado una mayor producción promedio en el clon 9 y clon 10, con el único problema del exceso de precipitaciones disminuyó el rendimiento por planta para el segundo ciclo. Otro estudio que se resalta en la provincia es el realizado por (Herreño, 2015) en el municipio de Mutiscua, donde realizó una caracterización morfo agronómica de los mismos 10 materiales estudiados por Villamizar, se sintetizaron descriptores morfológicos claves que permiten identificar cada clon en campo, como complemento a este estudio se aporta el rendimiento en toneladas por hectáreas, donde se obtuvo un rendimiento mayor por parte del clon 5 y 9 respectivamente.

En otro estudio realizado por (Cisneros, 2015) en el municipio de Mutiscua con los mismos 10 clones se realizó el estudio evaluando el rendimiento con base en variables agronómicas entre las cuales se destacaron por sus cercanía a la producción el número de tubérculos por planta con 79%, área foliar con 77%, el número de tallos 75%, Altura de la planta, número de hojas y entre los menos significativos en correlación con la producción se encontró el número de mamones con un -24%, lo que quiso decir que no es una variable dependiente de la producción.

En el estudio realizado (García, 2015) se encontraron los clones que presentaron mayor potencial de rendimiento para la región de Pamplona, Norte de Santander. De las variables estudiadas se pudo determinar que las variables que presentaron mayor influencia sobre el rendimiento son el número de tallos por planta y el diámetro del tallo donde a mayor diámetro y número de tallos el rendimiento aumenta.

Efecto a la aplicación del grado fertilizante 12-34-12 sobre rendimiento y calidad de la papa criolla *Solanum phureja* var Yema de Huevo en un *Humic pachic Dystrudept* de Cundinamarca.

En este trabajo de grado se evaluó el efecto de la aplicación de la mezcla física NPK grado 12-34-12 sobre rendimiento y calidad de papa criolla cultivar Yema de Huevo en el Municipio de Facatativá (Cundinamarca) a 2715 msnm. Encontró que hay respuesta en rendimiento frente a la fertilización con dosis bajas (450 y 900 kg/ha; adicionalmente, no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos para las variables de calidad de tubérculo. (Rodríguez, 2002)

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.

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 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, 2008)

Absorción de nutrientes de la papa diploide (*Solanum phureja*) variedad Criolla Colombia, como punto de partida para determinar niveles críticos nutricionales.

Un rubro representativo de los costos de producción en la papa diploide *var.* Criolla Colombia, son los fertilizantes, cuya participación corresponde al 17% de los costos totales. El uso inapropiado y en ocasiones excesivo de estos insumos se constituye en inversiones onerosas,

que conllevan ineficiencia técnica. Lo anterior es consecuencia del desconocimiento de los niveles de absorción de nutrientes de la variedad seleccionada. 10

El ensayo se realizó en la vereda El Carrizal, Granada (Colombia), a una altura de 2.650 msnm, en los meses de octubre del 2010 a febrero del 2011, empleando cinco tratamientos de fertilización (testigo absoluto, testigo comercial, recomendación técnica + 50%, recomendación técnica y recomendación técnica - 50%) dispuestos en un diseño de bloques completos al azar, con tres replicaciones. Se evaluó materia seca, absorción de nutrientes, rendimiento y gravedad específica.

El análisis mostró que los elementos de mayor relevancia fueron N, P, K, Ca Mg, Zn, B y S, encontrando la mayor absorción hacia los 113 días después de siembra (dds) con la recomendación comercial, recomendación técnica + 50% y recomendación técnica, ordenados de mayor a menor. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en rendimiento para la recomendación comercial, recomendación técnica + 50% y recomendación técnica, pero el análisis económico mostró que el nivel crítico de fertilización se encuentra con la recomendación comercial. (Bautista, 2012)

2.2 Marco teórico.

La historia de la papa comienza hace unos 8.000 años, cerca del lago Titicaca, que está a 3.800 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera de los Andes, América del Sur, en la frontera de Bolivia y Perú. Ahí, según revela la investigación citada en (FAO, 2008), las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del continente por lo menos unos 7.000 años antes, comenzaron a domesticar las plantas silvestres de la papa que se daban en abundancia en los alrededores del lago.

En el continente americano hay unas 200 especies de papas silvestres, pero fue en los Andes centrales donde los agricultores lograron seleccionar y mejorar el primero de lo que habría de convertirse, en los milenios siguientes, en una asombrosa variedad de cultivos del tubérculo.

En realidad, lo que hoy se conoce como «papa» (*Solanum*, especie *tuberosum*) contiene apenas un fragmento de la diversidad genética de las cuatro especies reconocidas de papa y las 5.000 variedades que se siguen cultivando en los Andes. (Potato, 2008)

La papicultura colombiana se inició de la misma manera como ocurrió en todos los países andinos, a partir de variedades nativas, algunas de las cuales permanecen en el escenario productivo dada su alta calidad y aceptación comercial, en la actualidad predominan las variedades mejoradas, que permiten obtener mayores potenciales de rendimiento por hectárea buenas características para consumo y adaptación a las diferentes regiones productoras. (Ñústez, 2011)

2.2.1 Generalidades de la Papa Variedad Criolla Colombia.

Esta variedad fue obtenida en estudios realizados por la Universidad Nacional de Colombia, Fedepapa y el ICA, identificada con el registro PAP-05-39. Los investigadores obtentores son Carlos Eduardo Ñústez López, Nelson Estrada Ramos, Luis Ernesto Rodríguez Molano, Ramón Pineda y Carlos Carrasco para una liberación de esta variedad en el año de 2005.



Figura 1 Papa Criolla Variedad Colombia. (Ñústez, 2011)

Es una variedad diploide que pertenece a la especie *Solanum phureja*, en su morfología presenta porte de planta media con follaje verde ligeramente claro con una floración abundante y rara formación de frutos. Presenta estación a regiones comprendidas entre 2400 y 3200 metros sobre el nivel del mar, presenta producción de tubérculos con distribución de tamaño (diámetros

entre 1 y 8 cm), tiene excelente calidad culinaria, es Versátil para diferentes platos. Esta Variedades es precoz (120 días a 2600msnm), su potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es de 15 a 25 t-ha.

12

Esta variedad es susceptible a la gota (*P. infestans*) también al virus del amarillamiento de las venas (PYVV) y a la roña en la raíz (*S. subterranea*). Presenta contenidos de materia seca entre 21 y 23% se cultiva en las diferentes regiones del país en diferentes condiciones de suelo siendo muy favorable los suelos de textura franca sin mucha materia orgánica. Es la principal variedad de papa criolla en Colombia, es la variedad que se ha procesado para exportación como precocida congelada. (Ñústez, 2011).

2.2.2 Generalidades de la Papa Variedad Criolla Galeras.



Figura 2 Papa Criolla Variedad Galeras. (Ñústez, 2011)

Es un cultivar mejorado, diploide, se comporta como una variedad de la especie *S. phureja*, presenta porte de planta medio, con follaje verde ligeramente claro y una floración intermedia. Se adapta fácilmente entre los 2500 y 3000 msnm, producción de tubérculos en variados tamaños con diámetros entre 2 y 8 cm, predominando tubérculos mayores a 4cm. Tiene excelente calidad culinaria, de textura arenosa semiconpacta, versátil para diferentes platos. Presenta contenidos de materia seca de 20 y 22%.

Es una variedad precoz, (127 días a 2600 msnm), su potencial de rendimiento en condiciones óptimas del cultivo es de 30 t-ha, tiene un periodo de reposo de 20 días, es susceptible al virus del amarillamiento de las venas (PVYV) y moderadamente resistente a la gota (*P. infestans*). Se cultiva principalmente en el departamento de Nariño.

2.2.3 Generalidades de la Papa Variedad Criolla Guaneña.

Es una variedad mejorada, diploide, se comporta como una variedad de la especie *S. phureja*, se adapta muy bien a alturas entre los 2500 y 3000 msnm, presenta un porte medio con un follaje ligeramente verde oscuro, floración abundante de color violeta intenso. La producción del tubérculo no es uniforme por lo que se presenta una amplia distribución de tamaños, en la cual oscilan entre los 2 y los 8 cm predominando los tubérculos de más de 4 cm de grosor. Su color de piel es ligeramente más claro que el amarillo de la variedad Criolla Colombia. Según Rodríguez et al. (2009) es una variedad moderadamente resistente a la gota (*P. infestans*) y resistente al virus del amarillamiento de las venas. (Vargas, 2010)



Figura 3 Papa Criolla variedad Guaneña. (Ñústez, 2011)

El tubérculo es de consistencia semicompacta, presenta una excelente calidad culinaria, es versátil para diferentes platos, presenta alta materia seca (22 y 24%). Su potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivos es de 32 t-ha. Se cultiva principalmente en el departamento de Nariño. (Ñústez, 2011)

Es un cultivar mejorado, diploide que se adapta muy bien entre los 2200 y los 2800 msnm, tiene un porte de planta media, follaje verde claro, presenta distribuciones en los tamaños de los tubérculos, los cuales oscilan entre lo 2 y los 8 cm de diámetro. Los tubérculos presentan valores intermedios de materia seca de 19 a 21%.



Figura 4 Papa Criolla variedad Latina. (Ñústez, 2011)

Es una variedad precoz, su potencial de rendimiento en condiciones normales es de 25 t-ha. Es una variedad moderadamente resistente a la gota (*P. infestans*) (Ñústez, & Estrada., 2009) y susceptible al virus del amarillamiento de las venas (Vargas, 2010), se cultiva en los departamentos de Nariño y Antioquia, esta variedad tiene aptitud para procesamiento como precocida congelada y en encurtido. (Ñústez, 2011)



Figura 5 Papa Criolla Variedad Paisa. (Ñústez, 2011)

Es una variedad mejorada, diploide presenta un porte medio con follaje verde ligeramente claro, con una distribución de tubérculos entre los 2 y 8cm de diámetro, predominando los tubérculos de mayor tamaño, contiene un entre 21 y 23% de materia seca, buena calidad culinaria, de textura semiconpacta, versátil para diferentes platos, es una variedad precoz de 125 días a 2600 msnm, su potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es de 20 t-ha.

Es una variedad moderadamente resistente a la gota (*P. infestans*) (Enrique, Ñústez, & Estrada., 2009) y susceptible al virus del amarillamiento de las venas (Vargas, 2010), ha demostrado tener una adaptabilidad específica a la región productora de papa criolla en Antioquia, a alturas menores de 2500 msnm. En condiciones de mayor altura presenta coloraciones de pigmentos rojos en la piel como manchas dispersas que resultan indeseables para los mercados. La variedad tiene buena aptitud para consumo en fresco y no tiene aptitud para frito. (Ñústez, 2011)

2.2.5 Morfología de la planta de papa criolla.

Plantas y hojas: Tallos simples o ramificados, 30 – 60 (-80) cm de altura por 6 – 8 (-12) mm de diámetro en la base, vertical a semidecumbente o decumbente, no alado o ligeramente alado, usualmente pigmentado con púrpura.

Hojas usualmente amplias y abreviadas, 15 – 23 (-30) cm de longitud por 8 – 10 (-14) cm de ancho, con 5 – 6 (-7) pares de foliolos y un número variable (18 - 30) de foliolos interpuestos de diferentes tamaños. Foliolos más o menos pilosos, algunos brillantes por encima, ligeramente ovados a elíptico-lanceolados o ligeramente elípticos, el ápice puntiagudo o subpuntiagudo y la base oblicuamente redondeada, sésiles o nacen en cortos peciolos u ocasionalmente algo decurrentes sobre el raquis. Foliolos terminales, 6.0 – 7.5 cm de longitud por 2.5 – 3.5 cm de ancho, ligeramente más largos que el primero y segundo pares de foliolos laterales. Pedúnculos, 5 – 7 (-12) cm de longitud, 5 – 9 flores, angosto, 1.8 – 2.0 mm de diámetro en la base, más o menos piloso como en los pedicelos y el cáliz, cubierto con pelos cortos y tricomas triangulares. (Piñeros, 2009)

Flores: Pedicelos angostos, 15 – 20 (-25) mm de longitud, articulados cerca del centro o por encima del primer tercio superior del tallo. Cáliz, 7 - 8 mm de longitud, usualmente fuertemente pigmentado, asimétrico con 1 o 2 pares de lóbulos unidos, u ocasionalmente simétricos, los lóbulos puntiagudos, lanceolados y abruptamente angostos, hasta 1.5 – 2.0 mm de longitud de los acúmenes, estos reflejos en la yema. Corola rotada a rotado-pentagonal, usualmente plegados, 2.5 – 3.0 (-3.5) cm de diámetro, violeta-rojizo oscuro o violeta profundo, los lóbulos generalmente cortos y conspicuamente amplios y con acúmenes ampliamente triangulares y cortos, blancuzcos por debajo. Cono estaminal cilíndrico-cónico a subdolíforme; anteras 4.5 – 5.5 mm de longitud y 1.8 mm de ancho, cordado en la base, nace sobre filamentos de 1.5 – 2.0 mm de longitud y 1 mm o menos de diámetro. Estilo angosto, 9 - 10 mm de longitud, exerto por encima de 3.5 mm de su longitud, densamente cubierto con papilas muy cortas a lo largo del tercio basal de su longitud; estigma capitado, pequeño, menos de 1 mm de diámetro, ligeramente agrietado. (Piñeros, 2009)

Fruto: Fruto globoso, ovoide a oval-cónico, 1.5 – 2.5 cm de longitud, verde claro o verde con rayas verticales púrpura claro. Numero cromosómico: $2n=24$. Raramente autotetraploide $2n=48$. (Piñeros, 2009)

Estolones y tubérculos: Tubérculos ampliamente oblongos u oval-elongados a subcilíndricos largos, ojos profundos, brotes azul-violeta oscuro, peridermo variegado con rojo-violeta y blanco-amarillento a amarillo, pulpa blanca o blanco-grisácea. (Piñeros, 2009)

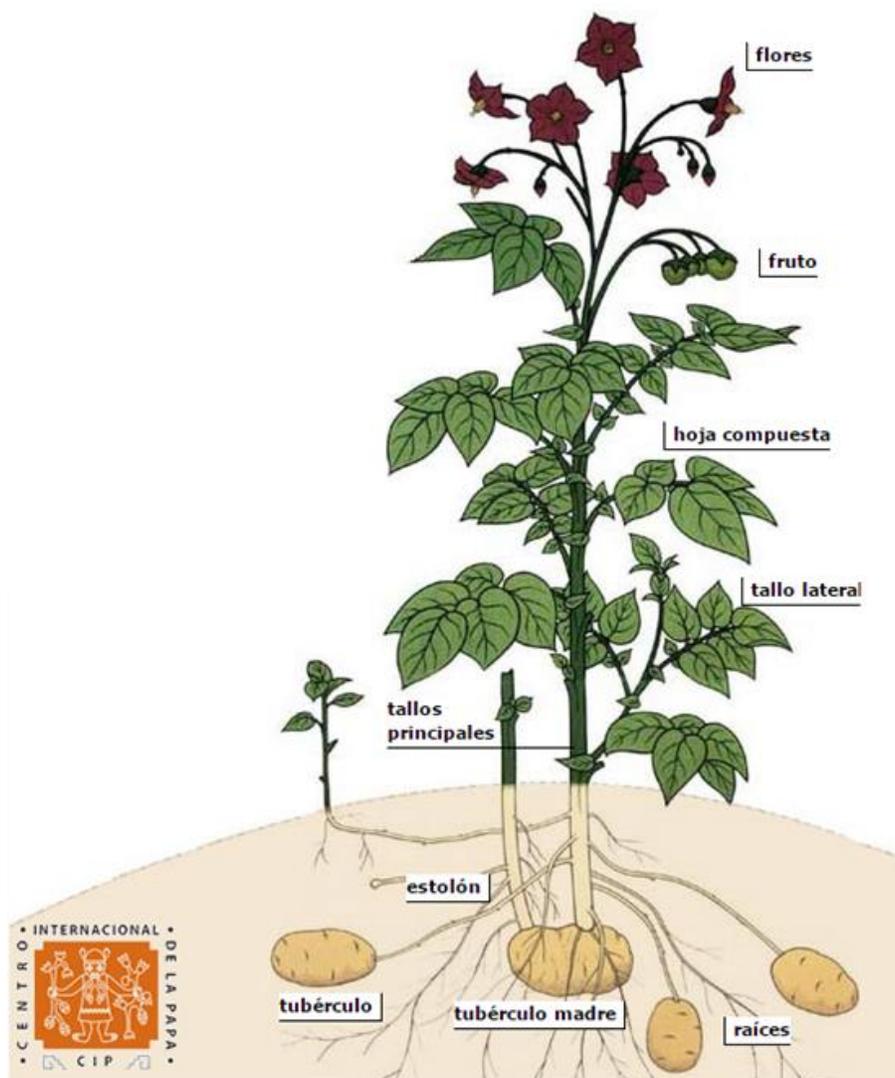


Figura 6 Morfología de la planta de papa. (FAO, 2008)

2.2.6 Importancia del análisis de suelo para mejorar la producción agrícola.

Para el profesional del sector agrícola, las características físico-químicas del suelo, deben ser conocidas, ya que el crecimiento, desarrollo de los cultivos y la cantidad y calidad de las cosechas, están en relación directa con los nutrientes y las características de los suelos.

El rendimiento de un cultivo es afectado por diversos factores, entre los que ocupa un lugar importante la disponibilidad de los nutrimentos esenciales para las plantas en el suelo. Cuando estos nutrimentos no están en cantidades adecuadas, hay necesidad de adicionar fertilizantes químicos o enmiendas para suplir las necesidades y corregir condiciones adversas. Desde este punto de vista, el análisis químico del suelo puede suministrar información muy valiosa. (ICA, 1981)

Análisis Químico del suelo.

El análisis químico del suelo constituye una de las técnicas más utilizadas para la recomendación de fertilizantes. Es una fuente de información vital para el manejo de suelos; permite:

- Clasificar los suelos en grupos afines.
- Predecir las probabilidades de obtener respuesta positiva a la aplicación de elementos nutritivos
- Ayudar en la evaluación de la fertilidad del suelo
- Determinar las condiciones específicas del suelo que pueden ser mejoradas.

La información obtenida mediante los análisis de suelos, es una buena base para hacer recomendaciones sobre fertilización para situaciones específicas.

Se ha demostrado que dichos análisis constituyen una excelente guía para el uso racional de los fertilizantes. Sin embargo, no debe olvidarse que en la producción de cultivos, interviene un conjunto de factores de gran importancia como: clima, variedades, control fitosanitario, manejo general y otras, que podrían limitar el desarrollo adecuado de una planta si no se encuentra en el grado óptimo requerido. De todas maneras, la eliminación de las deficiencias nutricionales se considera la más decisiva, responsable en la mayoría de los casos hasta aumentos de 50 % en el rendimiento. (Agronogocios., 2016)

El resultado del análisis de suelo indica la probabilidad de obtener una respuesta adicional 19 con el fertilizante que se utiliza.

En general, mientras más elevado sea el contenido de nutrimentos en el suelo, menor será la probabilidad de obtener una respuesta a la aplicación de fertilizantes.

El uso de análisis químico del suelo como guía para la adición de fertilizantes, involucra dos etapas: la interpretación de los resultados y la recomendación. La interpretación se refiere a la estimación de obtener respuesta mediante el empleo de fertilizantes, mientras que la recomendación es la interpretación práctica de los resultados obtenidos para aplicarla en la producción comercial de cultivos. (Agronogocios., 2016)

Interpretación del análisis de suelo.

Las formas de interpretar los análisis de suelo y metodologías para definir las recomendaciones de fertilización son muy variables, ya que cada investigador o profesional del sector agrícola tiene diseñada su propia estrategia. En lo que siempre coinciden es en considerar los siguientes conceptos: 1) "Nivel de suficiencia" y 2) "Subir y mantener".

La suficiencia establece que hay un nivel de nutriente por debajo del cual hay respuesta a la fertilización con dicho elemento. Cada nutriente tiene su nivel de suficiencia y deficiencia, se fertiliza cada cultivo con la dosis óptima de acuerdo al nivel de cada nutriente y se reconoce que la dosis óptima de un nutriente puede ser afectada por el contenido de otros nutrientes en el suelo. El concepto de subir y luego mantener se basa en el poder residual de los fertilizantes fosfatados y potásicos y establece que si el contenido del nutriente determinado por el análisis está por debajo del nivel óptimo se debe fertilizar no solo para alcanzar el máximo rendimiento sino para subir el nivel del nutriente hasta el nivel óptimo en un plazo determinado. No se refiere a solo fertilizar con lo que el cultivo va a consumir, el concepto va más allá, buscando incrementar la fertilidad del suelo. (Garrido, 2008)

2.2.7 Requerimientos nutricionales del cultivo de papa.

En la Tabla 2, se indican los requerimientos nutricionales para el cultivo de papa. Para determinar la cantidad de fertilizantes a aplicar primero se debe contar con los resultados del análisis de suelo, determinar el lugar de siembra o características similares de los suelos y condiciones climáticas para guiarnos en la toma de decisiones, esto debido a la falta de información específica para los diferentes sitios de producción de papa en Colombia, se observa claramente que entre más altas son las producciones mayor es la extracción nutricional, o sea que entre más alta sea la producción potencial o esperada, serán más altos los requerimientos de fertilización.

En elementos menores, para una producción de 40 ton/ha, indican una extracción de 40 g de Mn, 60 g de B, 40 g de Cu y 6 g de Mo, en términos de hectáreas cultivadas. (Alvarado & López, 1976)

Tabla 2 Requerimientos nutricionales de la papa.

RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELO			DOSIFICACIÓN		
Región	P Ppm	K me/100g	N Kg/ha	P ₂ O ₅ Kg/ha	K ₂ O Kg/ha
Paramos 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 Cundi - Boyacense	< 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

(ICA, 1992. Tomado de (Guerrero, Fertilización en cultivos de Clima Frío, 1998))

La absorción de nutrientes varía con la fase de desarrollo del cultivo (vea gráficos arriba). 21 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.

Figura 7 Extracción diaria de macronutrientes para el cultivo de papa. (Yara Colombia)

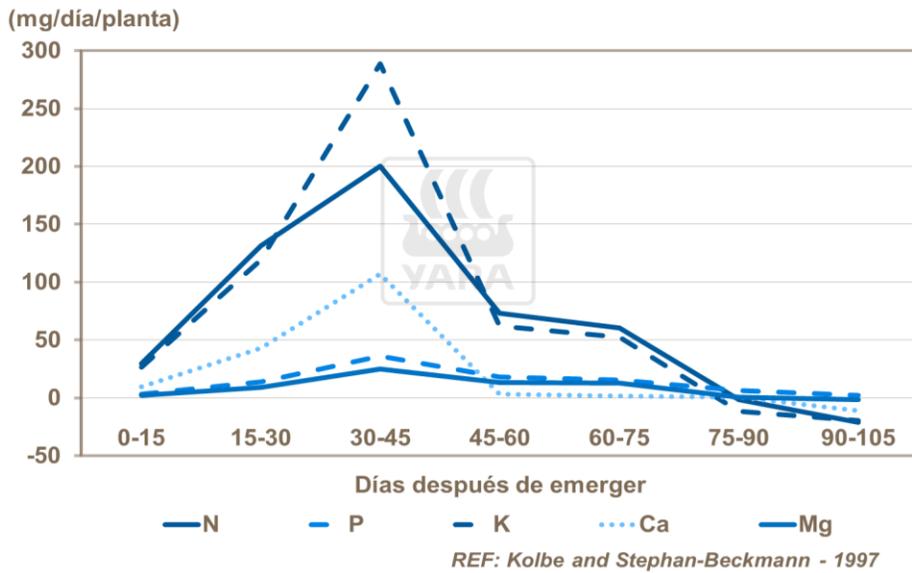
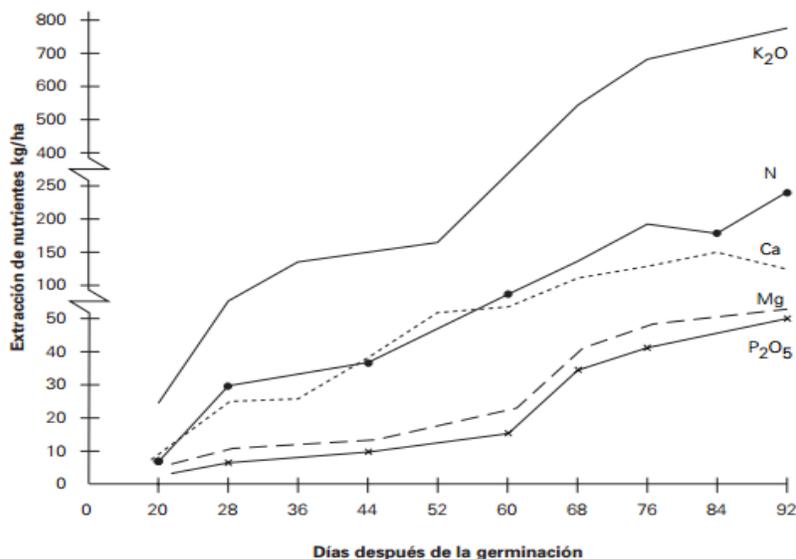


Figura 8 Extracción acumulativa de nutrimentos por el cultivo de la papa en diferentes estados de crecimiento (Grandet & Lora, 1978)



Como podemos observar en la figura 7 y 8 la mayor demanda de nutrimentos del cultivo de papa se presenta a partir de los 30 días de emergencia de las plantas (Grandet & Lora, 1978) y (Yara Colombia, 2009) debido a una mayor intensidad de crecimiento y, con ella, una mayor producción de materia seca, incremento de raíces, área foliar entre otros, las dos graficas terminan en diferentes niveles de extracción evidenciándose una posible especificidad para alguna variedad aunque no se afirma el documento.

2.2.7 Definición de Fertilizante.

Al hablar de fertilizante podemos hacer referencia de 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.

Lo anterior Guerrero (2011) supone que la condición indispensable para que un material se considere como fertilizante es doble: de una parte, debe contener uno o más de los nutrientes esenciales para el desarrollo vegetal y, de otra, la sustancia en cuestión, por su naturaleza y propiedades específicas, debe estar en capacidad de ceder estos elementos a las plantas, es decir, debe contenerlos en estado aprovechable.

Fertilizante Simple

Se denomina así al abono que contiene solamente uno de los tres elementos esenciales primarios, tal es el caso de la urea, el superfosfato triple o el cloruro de potasio. (Castro F. H., 1998)

Fertilizante Compuesto

Es el abono que contiene más de uno de los tres elementos esenciales primarios. Los fosfatos de amonio, por ejemplo, son fertilizantes compuestos ya que contienen fósforo y nitrógeno. Sin embargo, en algunos países estos fertilizantes se consideran erróneamente simples. (Castro F. H., 1998)

Fertilizante Natural

Es aquel producto fertilizante obtenido de depósitos o yacimientos minerales, el cual es comercializado después de ser sometido a un proceso de beneficio y empaque. La roca fosfórica y el cloruro de potasio constituyen ejemplos de fertilizantes de origen natural. (Guerrero, 2011)

Abono Orgánico

Se denomina abono orgánico al material fertilizante cuyo portador nutricional es un compuesto de tal naturaleza. Entre los fertilizantes sintéticos, el único con portador nutricional orgánico es la urea. Otros abonos orgánicos son los de origen natural, tales como los residuos de cosecha, abonos verdes y estiércoles. (Guerrero, 2011)

Nitrógeno (N)

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)



Figura 9 Deficiencia de Nitrógeno (Yara CheckIT 1.0)

Las plantas de la derecha de la figura 9 son más pequeñas y las hojas muestran una coloración clorótica o verde amarillento pálido expresando las características de la deficiencia de nitrógeno.

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. (Guerrero, Fertilización en cultivos de Clima Frío, 1998)



Figura 10 Deficiencia de Fosforo (Yara CheckIT 1.0)

En la figura 10 se pueden observar los brotes en posición vertical y delgados, con hojas de color verde oscuro, sin brillo. Las hojas inferiores muestran suciedad, rubor oscuro y se doblan

hacia abajo. Los tallos también muestran una coloración oscura en la parte inferior. El crecimiento se ve afectado severamente. Síntomas de deficiencia de fósforo.

26

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 oscurecen 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 cobertura 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)” (Guerrero, Fertilización en cultivos de Clima Frío, 1998)



Figura 11 Deficiencia de Potasio. (Yara CheckIT 1.0)

La figura 11 muestra los bordes y las puntas de las hojas inferiores se encuentran amarillas, 27 pasando más tarde a coloraciones necróticas, eventualmente los amarillamientos de los extremos se extiende hasta las nervaduras conforme avanza la deficiencia.

Calcio (Ca)

En el campo, carencias moderadas de calcio no necesariamente dan síntomas en las hojas, pero manchas marrones pueden aparecer alrededor de los estolones en la punta del tubérculo. Síntomas severos en el campo se verán en las hojas. Las hojas más jóvenes mostrarán color verde pálido y se quedan de tamaño pequeño, las puntas se enrollan hacia abajo. Manchas marrones aparecerán en los márgenes de las hojas. Cuando se cultivan papas en una solución hidropónica sin calcio, los tallos y sus puntas colapsarán y los tubérculos en desarrollo mostrarán grietas severas en la piel.

El calcio es un componente clave en las paredes celulares, construyendo una estructura fuerte y asegurando estabilidad celular. Paredes celulares enriquecidas con calcio resisten mejor los ataques por bacterias u hongos. El calcio es crítico durante la mitosis y la expansión posterior y por eso es esencial antes de y durante la fase rápida de crecimiento del tubérculo.

El calcio también ayuda la planta en adaptarse al estrés por influir en la reacción en cadena cuando el estrés ocurre. También tiene un efecto clave en la regulación del transporte activo de potasio para la apertura de las estomas. (Yara Colombia, 2009)



Figura 12 Deficiencia de Calcio (Yara CheckIT 1.0)

En la figura 12 se observa la deformación en las puntas de los brotes jóvenes puesto que los folíolos jóvenes no se desarrollan apropiadamente. El resto de las hojas que quedan presentan una necrosis marrón oscura.

Magnesio (Mg)

Las hojas más viejas desarrollarán manchas cloróticas entre las venas a lo largo de la vena principal. Estas manchas cambiarán a marrones conforme avanza la deficiencia. Los márgenes de las hojas pueden seguir verdes, ondularse para arriba y volverse quebradizos.

La absorción del magnesio depende de la capacidad de intercambio catiónico del suelo y su equilibrio con otros cationes, sobre todo el potasio. Concentraciones altas de potasio en el suelo pueden inducir deficiencias de magnesio. Aplicaciones foliares pueden mejorar tales situaciones. (Yara Colombia, 2009)



Figura 13 Deficiencia de Magnesio (Yara CheckIT 1.0)

Los síntomas comienzan con el amarillamiento de las zonas intercostales en la base del folíolo o el margen de la hoja como se puede observar en la figura 13. La clorosis se expande por toda la hoja si la deficiencia continúa. El margen a menudo permanece verde, eventualmente

aparecen manchas necróticas en las zonas amarillas que terminarán como quemaduras foliares 29 en las zonas intercostales.

Azufre (S)

Los síntomas de deficiencias de azufre parecen mucho a los del nitrógeno. Todo el follaje se vuelve un amarillo pálido y su tamaño disminuye. Las hojas jóvenes son de color amarillo más intenso. Es importante no confundir esta carencia con la del hierro que puede verse igual, con la diferencia de que las venas se mantienen verdes.

El cultivo de la papa requiere azufre en cantidades similares a las de magnesio. Aplicando sulfato de potasio cubre generalmente los requerimientos. El mejor efecto del azufre se consigue al aplicarlo en una forma fácilmente disponible al sembrar.



Figura 14 Deficiencia de Azufre (Yara CheckIT 1.0)

Como se observa en la figura 14 los síntomas iniciaron en las hojas jóvenes, las mismas son de color pálido y más pequeñas de lo normal. Las hojas más nuevas son de color amarillo brillante, demostrando la deficiencia de azufre en la planta.

El tallo de la planta de la papa se queda de poca estatura y por causa de los brotes laterales la planta tendrá un aspecto tupido. Las hojas más jóvenes se vuelven cloróticas, con manchas necróticas y luego se mueren. La clorosis de las hojas puede avanzar de amarillo a marrón y luego un color marrón rojizo oscuro. En los tubérculos, los anillos vasculares se ponen marrones, sobre todo cerca del hilio. La piel de los tubérculos se pone áspera y cuarteada con carne necrótica abajo.

Boro es el micronutriente que se requiere en mayor cantidad para asegurar el funcionamiento de varios procesos claves de desarrollo en la planta. Igual que con potasio, calcio y magnesio, boro es un elemento importante con presencia en las paredes celulares. Aquí actúa como cemento entre las pectinas, dando resistencia cohesiva al tejido celular. Por esa razón el boro afecta las cualidades de almacenaje de las papas. Boro también afecta la absorción de calcio, por eso el suministro balanceado es importante. (Yara Colombia, 2009)



Figura 15 Deficiencia de Boro ((Yara, CheckIT., 1.0))

Podemos observar en la figura 15 como las hojas nuevas de la planta con deficiencia de boro son gruesas, se curvan hacia arriba y muestran zonas color marrón claro entre las nervaduras, los ápices de crecimiento y las puntas de los brotes mueren.

2.2.9 Mecanismos de acción de los nutrientes sobre las enfermedades

El papel de los nutrientes de las plantas que estamos más acostumbrados a considerar es aquel relacionado con sus funciones en el metabolismo, a través del cual afectan el crecimiento y el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, la nutrición mineral también tiene efectos secundarios sobre el crecimiento y el rendimiento, a través de su influencia sobre el patrón de crecimiento, la morfología y la anatomía de la planta y sobre su composición química. (Munevar, 2004)

Cambios inducidos por los nutrientes en estas características pueden representar aumento o disminución tanto de la resistencia como de la tolerancia de la planta a las enfermedades. El efecto específico que se produzca depende del nutriente en consideración, la modificación específica en su disponibilidad o concentración (aumento o disminución), la naturaleza del patógeno y el genotipo vegetal (Marschner, 1995.).

Una revisión de literatura muy extensa realizada por (Huber, 1997) que incluyó 1.180 informes permitió a dicho autor señalar que todos los elementos esenciales para las plantas pueden influenciar algunas enfermedades, y aunque ningún nutriente las combate todas en todas las especies vegetales, la severidad de la mayoría de ellas puede reducirse de manera apreciable con una nutrición adecuada.

2.2.10 Principales Problemas Fitosanitarios.

Babosa (*Deroceras sp.*)

Citado por (ICA, 2011) Las babosas han sido clasificadas como moluscos de orden gasterópoda, son organismos herbívoros de distribución mundial, conocidos generalmente como plagas de jardines, plantas ornamentales, frutales, leguminosas, musáceas, forestales, viveros y de hortalizas sembradas en exteriores o en invernadero.



Figura 16 Estado de huevo y adulto de babosa. (ICA,2011)

Las babosas tienen una alimentación muy variada. Se alimentan normalmente de tejidos de plantas. En su mayoría prefieren las estructuras sobre la superficie del suelo. La actividad del adulto ocurre generalmente en días nublados y por las noches. (ICA, 2011)

Pulguilla (*Epitrix spp.*)

Las pulguillas son cucarrones que se alimentan en los cogollos y al expandirse a las hojas se observan huecos de diferentes tamaños o bien cicatrices redondas y claras en el haz de las hojas. Cuando son muy abundantes y la planta está recién germinada, destruyen gran parte del área foliar y es entonces cuando el cultivo puede sufrir daños considerables.

Los ataques son de especial importancia durante el primer mes después de germinada la papa y es en este lapso que las inspecciones deben hacerse, como mínimo, dos veces a la semana.

La evaluación del daño de *Epitrix* debe comenzarse desde el inicio de la germinación, ya que los daños de mayor importancia son los producidos durante los primeros estados de desarrollo. (ICA, 2011)



Figura 17 Adulto de *Epitrix* sp. Daño en hojas: perforaciones circulares. (ICA, 2011)

Polilla Guatemalteca (*Tecia solanivora* Povolny)

Su ataque causa grandes pérdidas, las cuales se atribuyen, no sólo al deterioro de la apariencia del tubérculo que reduce su valor comercial y los ingresos de los cultivadores, sino al hecho de que los tubérculos severamente afectados no se pueden utilizar para semilla ni para consumo humano o animal. (ICA, 2011)

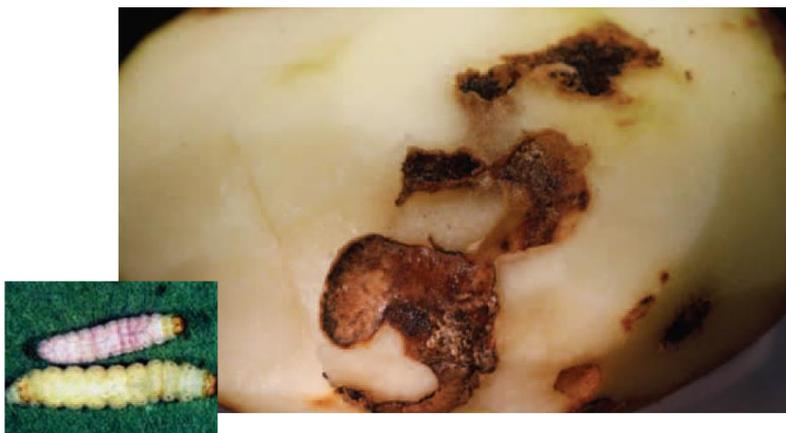


Figura 18 Daño de la semilla por la polilla de la papa. (ICA, 2011)

La gota, tizón tardío o añublo de la papa, es la enfermedad más limitante a nivel mundial. Afecta tanto hojas como tallos aéreos y tubérculos. Los síntomas varían según el órgano afectado, la variedad y las condiciones climáticas. En hojas se inicia como pequeñas manchas de color verde claro, las cuales crecen rápidamente, tornándose de color café grisáceo en el centro y presentando en algunos casos halos cloróticos. En la medida en que la lesión se expande, si la humedad relativa es alta, por el envés de la lesión se presenta un crecimiento afelpado de color gris, que está compuesto por estructuras reproductivas del patógeno. En los tallos aéreos se presentan lesiones irregulares de color café, las cuales presentan el mismo crecimiento superficial del patógeno; los tallos afectados se rompen fácilmente.

Por lo general la enfermedad empieza en las hojas bajas, pero rápidamente puede alcanzar la parte alta de la planta, formando focos de infección. En tubérculos, la enfermedad ocasiona lesiones oscuras irregulares, las cuales se desarrollan durante el almacenamiento o contribuyen a la diseminación del patógeno en el lugar de siembra. (ICA, 2011)



Figura 19 Síntomas en follaje de papa causado por *P. infestans*.(ICA,2011)

Tizón Temprano (*Alternaria solani*).

Aunque recibe este nombre, la enfermedad se presenta generalmente en la segunda mitad del ciclo del cultivo, sobre todo en plantas desnutridas, atacadas por otras enfermedades y plagas o

con menor vigor, por lo que el patógeno se considera a veces como “oportunista”. El hongo 35
ataca las hojas y los tallos aéreos, pero no los tubérculos.

En las hojas se presentan pequeñas manchas circulares de color café, frecuentemente rodeadas de un halo amarillo. La característica que distingue a la enfermedad son los anillos concéntricos de color oscuro que se forman en las manchas. La enfermedad generalmente empieza en las hojas más viejas, pero se extiende al resto de la planta, pudiendo atacar también los tallos. (ICA, 2011)



Figura 20 Tizón temprano (anillos concéntricos). (ICA, 2011)

Sarna Polvorienta o Roñosa Polvosa (*Spongospora subterranea*).

Es considerada una enfermedad resurgente, es decir, que en los últimos años ha vuelto a presentarse como problema limitante en el cultivo de papa. Afecta exclusivamente tubérculos y raíces. En los tubérculos se desarrollan pústulas superficiales de forma irregular, de 0,5 mm a 2

mm de diámetro, las cuales se extienden formando ampollas que rompen la epidermis del tubérculo. Cuando esto ocurre las lesiones toman forma de cráteres pulverulentos que le dan el nombre a la enfermedad. Ese polvillo constituye las estructuras del patógeno conocidas como quistosoros. En las raíces se presentan inicialmente pequeñas verrugas, las cuales se transforman en agallas que se disponen a manera de un “rosario” a lo largo de la raíz. Esas agallas también contienen estructuras del patógeno. (ICA, 2011) 36



Figura 21 Levantamiento de la epidermis del tubérculo. (ICA,2011)

Costra Negra de la papa (*Rhizoctonia solani*).

Las costras negras que afectan los tubérculos de papa son los esclerocios del hongo *Rhizoctonia solani* que se forman adheridos a su superficie. Un esclerocio es una estructura de supervivencia del patógeno que además de afectar la calidad de la cosecha, facilita la diseminación de la enfermedad.

El ataque severo de *Rhizoctonia solani* en papa, ocasiona la formación de tubérculos aéreos, causa lesiones y estrangulamiento de los tallos y reduce la cantidad y calidad de los tubérculos, debido a la deformación de ellos, conocidos como “muñecos”. (ICA, 2011).

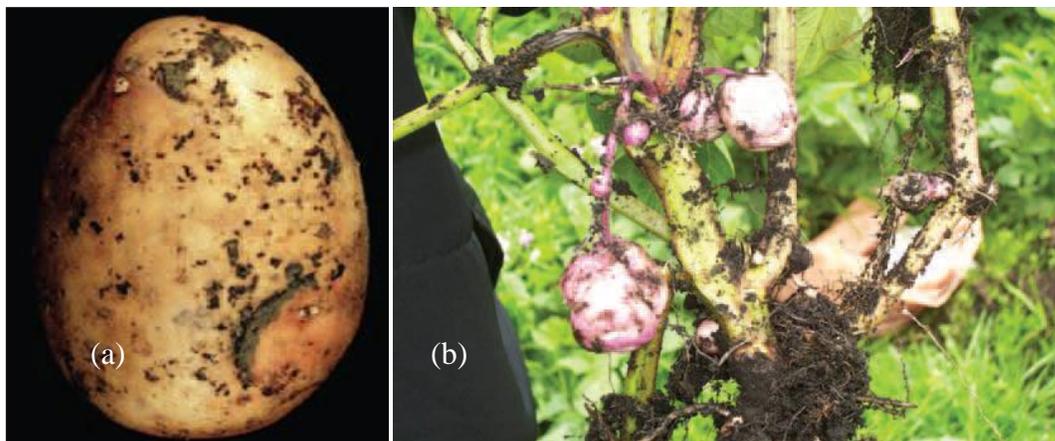


Figura 22. (a) Costras negras y (b) presencia de tallos aéreos. (ICA, 2011)

Sarna común (*Streptomyces scabies*)

Es una enfermedad que produce una disminución en la calidad del tubérculo debido a la apariencia que estos toman cuando están afectados. Esta enfermedad se encuentra disponible en suelos donde se cultiva papa en el mundo y es más severa en suelos con pH sobre 5.5. (Acuña, 2002)

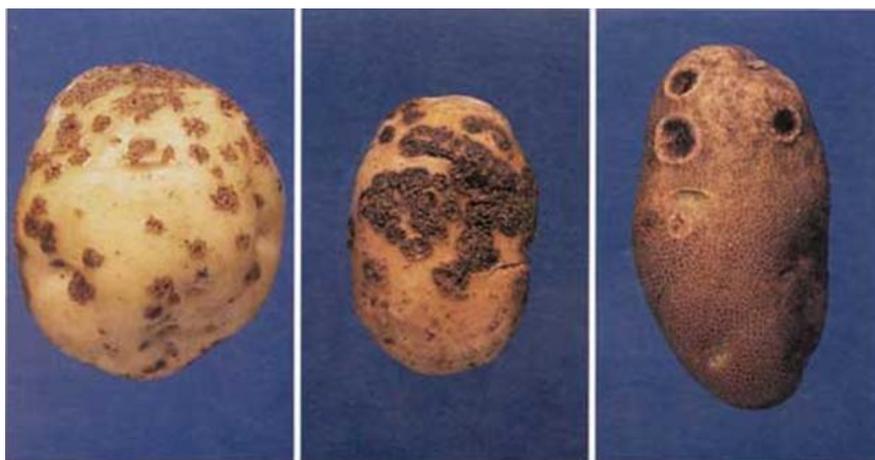


Figura 23 Daños por sarna común en tubérculos de papa. (Hooker, 1981)

Los síntomas de la sarna son muy variables, generalmente son lesiones corchosas irregulares, levantadas, de color canela a castaño y de distintos tamaños que se desarrollan en cualquier lugar de la superficie del tubérculo. (Figura 23).

Virus del enrollamiento (PLRV)

Mendez, 1999 nos indica que esta es una de las enfermedades más serias que atacan al cultivo de la papa. Se transmite por áfidos y es la responsable de las más altas reducciones en el rendimiento en todo el mundo.

Los síntomas primarios se manifiestan después que las plantas han sido picadas por áfidos virulíferos y se hacen evidentes principalmente en las hojas jóvenes, las cuales se muestran erectas, enrolladas y pálidas. En algunas variedades las hojas jóvenes tienen una pigmentación rosada a rojiza que comienza por los márgenes y en otras, el enrollamiento se encuentra especialmente confinado a la base de los folíolos sin abarcarlos íntegramente.

Estos síntomas pueden posteriormente extenderse hacia las hojas inferiores. Los síntomas primarios pueden dejar de manifestarse en caso de producirse infecciones tardías. Los síntomas secundarios se hacen evidentes al momento en que la planta brota a partir de un tubérculo infectado. Los folíolos inferiores se muestran enrollados y las hojas superiores tienen un color más claro. En general las hojas se ponen rígidas y coriáceas, se secan y cuando se estrujan producen un sonido crocante como de papel. Las plantas se quedan a menudo enanas, con hábito de crecimiento erecto.



Figura 24 Síntomas de enrollamiento de la hoja (PLRV) (INIA, 1999)

El virus PVY es considerado uno de los más dañinos en términos de reducción del rendimiento. Los strains de PVYO y de PVYC pueden ser la causa de un completo fracaso en el cultivo de papa y cuando se da en combinación con PVX es generalmente muy destructivo, produciendo la enfermedad conocida como mosaico rugoso.

Los síntomas primarios de PVYO , dependiendo del cultivo, se manifiestan en forma de necrosis, moteado o amarillamiento de los folíolos, decaimiento de las hojas y a veces la muerte prematura. La necrosis que empieza como manchas o anillos en los folíolos, puede ser la causa del colapso de las hojas, las cuales pueden llegar a desprenderse o permanecer colgantes del tallo, a veces los síntomas se presentan en uno sólo de los tallos de la planta.



Figura 25 Síntomas de encrespamiento de hojas, virus Y. (INIA, 1999)

Las plantas con infección secundaria por PVYO son enanas, de hojas encarrujadas y moteadas; a veces se produce necrosis en el follaje y en los tallos. La necrosis es generalmente mucho más severa cuando se genera por efecto de infección primaria que de secundaria.

En algunas variedades el PVYc provoca rayado fino y las plantas infectadas se quedan enanas y mueren prematuramente. Existe generalmente una correlación entre los síntomas del

follaje y del tubérculo. Sin embargo, el mosaico suave comúnmente inducido por variantes de PVYN no va acompañado por síntomas en los tubérculos. (Mendez & Gaete, 1999)

2.2.11 Principales variedades de papa sembradas en Colombia.

En nuestro país la producción de papa se concentra en cuatro departamentos que siembran alrededor del 90% del área total. En el año 2013 la secretaria Técnica del Consejo Nacional de la Papa reporto un área sembrada de 127.400 ha distribuidas así: Cundinamarca (37%), Boyacá (26.8%), Nariño (19.2%) y Antioquia (6.4%); esta distribución es muy parecida para el volumen de producción del tubérculo. En el año 2012 la misma entidad reporto en su orden por área sembrada las principales variedades de papa que se siembran en el país ellas son: Papa suprema (29.7%), Diacol Capiro (25.2%), Parda Pastusa (13%), ICA Única (12.5%), Papa Criolla (6.7%), Tuquerreña (4.1%), Puracé (1.1%) y otras varias que se estiman que cubren un total del 9.7% del área restante. (Villareal, 2014)

2.2.12 Clasificación taxonómica de la Papa Criolla

Solanum phureja es una especie de planta fanerógama que pertenece a la familia de las solanáceas, considero que es de sabor agradable y altamente consumida en Colombia, conocida comúnmente como papa criolla. Fue descrita por Juz. & Bukasov y publicado en *Proceedings of the U.S.S.R. Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding* 3: 604. 1.929.

Tabla 3 Clasificación Taxonómica de la papa Criolla.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Especie	S. phureja

(*Proceedings of the U.S.S.R* 1929)

2.2.13 Condiciones de desarrollo para el cultivo de papa criolla.

La Papa criolla es también conocida como *Solanum phureja*, su adaptación es de 2.600 a 2.800 msnm. (CEVIPAPA, 2016) Se relaciona con lo que dice (Becerra, 2007) Esta papa crece entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m., siendo óptima la altura comprendida entre 2.300 y 2.800 msnm lo que equivale a un rango de temperatura promedio de 10° a 20° centígrados, requiere además una precipitación promedio de 900 mm de lluvia al año, sin embargo, el cultivo se desarrolla bien con precipitaciones superiores.

El mejor suelo para el cultivo de la Papa criolla es aquel que presenta una textura Franca, suelta y profunda que evita la acumulación de humedad en la raíz, y un pH entre 5.2 y 5.9, además un alto contenido de materia orgánica. Su vida como producto fresco es de pocos días, por tanto, se brota o germina con prontitud. Su periodo vegetativo requiere 4 a 5 meses. Su planta es de 60 cm de alto, conformado por varios tallos delgados de color verde claro, ramificada en la parte baja de donde brotan flores color lila, blanca o roja. El tubérculo es de tamaño pequeño, de forma redonda a ovoide, ojos de profundidad media distribuidos por toda la superficie, el tubérculo tiene matices amarillos y en algunos caos presenta tintes rojos; la planta puede producir hasta 40 tubérculos esparcidos en contorno. (CEVIPAPA, 2016)

2.2.14 Canales de comercialización predominantes.

Los canales más tradicionales en la estructura de comercialización de la papa corresponden a: -Productor, acopiador rural o camionero, -Central mayorista, -Supermercado, -Instituciones plazas satélites, -Minoristas, -Tiendas y -Consumidor. (Fedepapa, 2010)

La papa es un producto muy asequible, las amas de casa aseguran que técnicamente se consiguen todo lado. Los sitios donde usualmente venden papa son las tiendas de barrio, fruver, grandes plazas de mercado, en las centrales de abastos, pero la tienda de barrio sigue siendo el canal más usual para la compra de la papa dada la cercanía de este canal con los hogares evita los desplazamientos. (García J. M., 2014)

2.3 Marco legal.

2.3.1 Resolución ICA 04000 del 30 de diciembre de 1997.

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.

2.3.2 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.

Capítulo VI. Trabajo de grado: 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 la siguiente modalidad:

a. Investigación: 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.

Metodología.

3.1 Diseño metodológico.

Con el desarrollo de este trabajo se dio continuidad a las investigaciones realizadas anteriormente por Cisneros, García, Herreño y Villamizar en el 2015, en el cual por medio de un convenio con CORPOICA se desarrollaron actividades de investigación con clones de banco de germoplasma de Tibaitatá (Mosquera, Cundinamarca) Para el estudio realizado en la prueba de fertilización se seleccionaron los tres clones que dieron mayor rendimiento en ton-ha y presentaron mayor adaptación para esta región, según estudios realizados por Villamizar (2015) los clones que presentaron estas características para el área correspondió a los clones 2, 5 y 9 más un clon control que es el testigo denominado variedad Criolla Colombia.

3.2 Datos del material vegetal estudiado.

Para este trabajo de investigación se utilizó material vegetal de la colección de semillas de CORPOICA Tibaitata, (Tabla 6) en el cual se utilizó un testigo o un material convencional identificado como papa criolla Colombia, Clon Dos, identificado internamente en la base de datos con el número 15062515 proveniente del corregimiento El Encano del municipio de Pasto Nariño. El clon cinco identificado internamente con el número 15062586 proveniente del municipio de Güicán, Boyacá. Y por último el clon 9 identificado internamente con el número 15062594 proveniente del corregimiento El Encano del municipio de Pasto Nariño.

Tabla 4 Registro y origen de colecta de los clones nativos Estudiados.

Nombre Experimental	Identificación Del Genotipo	Origen De Cosecha
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> .
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.

Registro de colección de papa criolla, banco de germoplasma. Centro de investigación Tibaitá, CORPOICA (Mosquera, Cundinamarca)

Clon 2: tiene un hábito de crecimiento semi-erecto con forma de la hoja diseccionada tipo de aristas del tallo ondulado un color verde en el tallo y flores de color rojo-morado un color verde con áreas pigmentadas en la baya y un color del tubérculo amarillo con forma redonda, tiene un promedio de crecimiento de 32 centímetros y un promedio de 5 tallos. (Herreño, 2015)

Clon 5: tiene un hábito de crecimiento semi erecto, con una forma de la hoja diseccionada, un tipo de arista del tallo ondulado y de color verde, flores de color rojo - morado y un color en la baya verde con áreas pigmentadas, el color de la piel del tubérculo es amarilla con una forma redondeada, el promedio de altura de la planta es de 40.8 centímetros y un promedio de 7 tallos. (Herreño, 2015)

Clon 9: tiene un hábito de crecimiento semi erecto con una forma de la hoja diseccionada, tipo de aristas del tallo onduladas de color verde un color primario en la flor rojo - morado y el color de la baya es verde con áreas pigmentadas, el tubérculo es de color amarillo y de forma redonda, la altura promedio de la planta de 40.2 centímetros y un promedio de 6 tallos.

Variedad Criolla Colombia: También es conocida como “**Chaucha amarilla**”, “**criolla**” o “**yema de huevo**”. En el departamento de Nariño se cultiva en pequeñas extensiones, en alturas comprendidas entre 2.500 y 3.000 msnm, es muy precoz, tiene un ciclo de vida de 120 días. Los rendimientos oscilan entre 15 y 18 ton/ha. Es muy utilizada para espesar sopas y preparar platos típicos, cocinada o frita entera. No tiene período de reposo, su tiempo de conservación es de dos semanas e inicia la germinación. Tiene poca resistencia al manipuleo. (Bernardo & Pantoja, 2012)

Es una planta herbácea y tuberosa, cultivada y diploide de papa. Se cultiva en los valles montañosos de América del Sur. Se distingue claramente de las restantes especies de papas cultivadas debido a que no presenta dormición de los tubérculos (es decir, el tubérculo inicia inmediatamente su brotación luego de formado, sin que medie un período de reposo o dormición). Esta característica permite que las variedades de *S. phureja* puedan ser replantadas inmediatamente en aquellas zonas de

climas benignos en las cuales es posible el cultivo continuo a lo largo de todo el año. (Idárraga, 2011)

46

Esta variedad surgió de la necesidad de registrar oficialmente el Clon Uno, seleccionado dentro del convenio CORPOCEBADA - FEDEPAPA, a partir de la multivariedad “Yema de Huevo”. Las características corresponden a plantas con hábito de crecimiento erecto, follaje de color verde claro, flor lila oscuro; maduración temprana (120 días); tubérculos redondos amarillos, ojos semiprofundos; gravedad específica de 1.088; excelente calidad culinaria para consumo fresco y rendimiento promedio de 13 a 15 ton/ha. (Ñústez, 2011)

3.3 Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones, donde se evaluó la respuesta a la fertilización de cuatro clones de papa criolla con respecto a cuatro niveles de fertilización, la unidad experimental se realizó con tres surcos de 5 m de largo con 16 plantas por surco para un total de 48 plantas por parcela, el experimento tubo un área de trabajo de 720 m². Los tratamientos lo constituyeron los tres clones seleccionados por su alto rendimiento en pruebas anteriores y la variedad Criolla Colombia que se usó como testigo por su uso convencional en la región. Las distancias utilizadas en la siembra fueron de 80 cm entre surcos y 30 cm entre plantas.

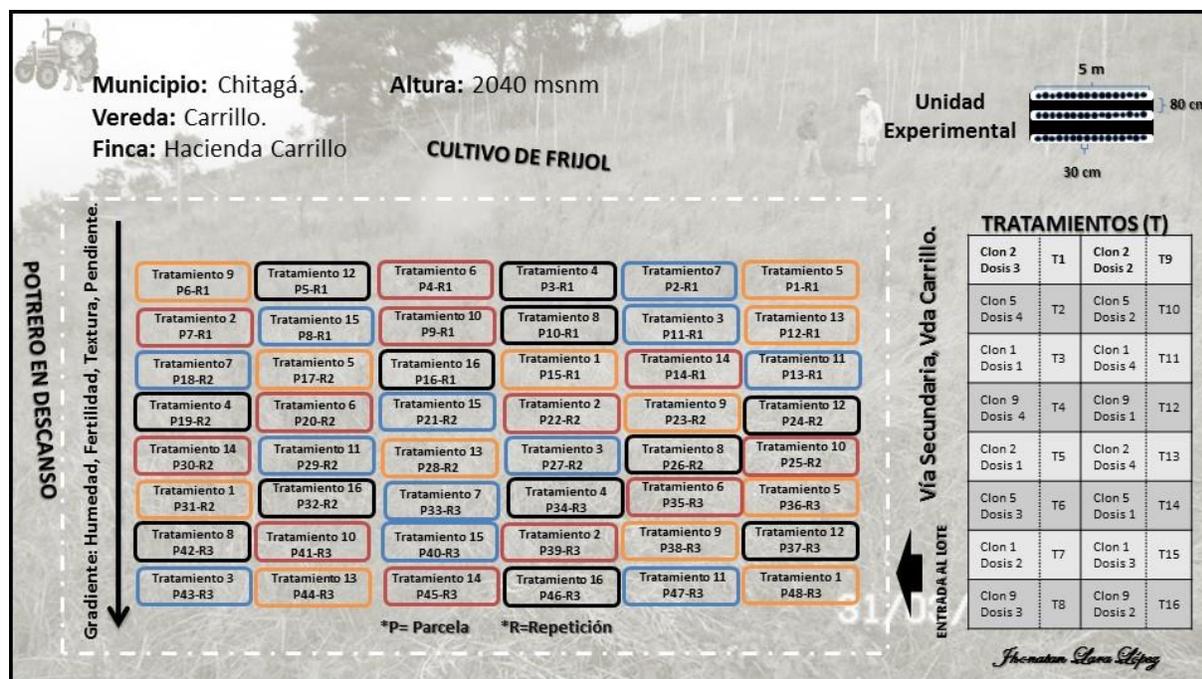


Figura 26 Distribución del diseño experimental con sus Tratamientos.

Los tratamientos utilizados en la distribución del diseño experimental fueron los siguientes:

Tabla 5 Distribución de los tratamientos

Clon y Dosis	T	Clon y Dosis	T
Clon 2 Dosis 3	T1	Clon 2 Dosis 2	T9
Clon 5 Dosis 4	T2	Clon 5 Dosis 2	T10
Clon 1 Dosis 1	T3	Clon 1 Dosis 4	T11
Clon 9 Dosis 4	T4	Clon 9 Dosis 1	T12
Clon 2 Dosis 1	T5	Clon 2 Dosis 4	T13
Clon 5 Dosis 3	T6	Clon 5 Dosis 1	T14
Clon 1 Dosis 2	T7	Clon 1 Dosis 3	T15
Clon 9 Dosis 3	T8	Clon 9 Dosis 2	T16

Tabla 6 Distribución de las dosis de fertilización

DOSIS	INTERPRETACIÓN
Dosis 1	Convencional del agricultor
Dosis 2	Dosis Técnica
Dosis 3	Dosis Técnica + 50%
Dosis 4	Dosis Técnica - 20%

Tabla 7 Tratamientos correspondientes a cada dosis de fertilización.

Dosis 1	Dosis 2	Dosis 3	Dosis 4
Tratamiento 3	Tratamiento 7	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Tratamiento 5	Tratamiento 9	Tratamiento 6	Tratamiento 4
Tratamiento 12	Tratamiento 10	Tratamiento 8	Tratamiento 11
Tratamiento 14	Tratamiento 16	Tratamiento 15	Tratamiento 13

En la tabla 5 se mencionan uno a uno la distribución de los tratamientos indicando el clon y⁴⁸ la dosis de fertilizante a la cual pertenece, en la tabla 6 se indica la cantidad de fertilizante para cada dosis utilizada en el experimento.

En la tabla 7 se relaciona cada tratamiento con la cantidad de fertilizante aplicado según los requerimientos del cultivo y la metodología utilizada en la investigación.

3.4 Técnicas estadísticas multivariadas

Como la investigación contempla cuatro variables cuantitativas, se aplicaron métodos estadísticos multivariadas los cuales se presentan a continuación:

Los clones y la dosis de fertilización corresponden a los niveles de investigación que se desarrollaron en este estudio. Para observar el rendimiento de la papa en mención según las variedades o clones y la dosis de fertilización, el cual tiene sus orígenes en los trabajos de (Ronald Fisher 1890-1962), desarrollados en la Estación Agrícola Experimental de Rothamsted, en el Reino Unido, donde introdujo el concepto de aleatorización y el análisis de varianza ó ANOVA. El diseño de experimentos hace referencia a una serie de técnicas estadísticas de investigación que permiten establecer diferencias o relaciones entre una variable dependiente y otras independientes o factor de un problema a través de métodos científicos. La técnica estadística ANOVA, permite estudiar simultáneamente los efectos de dos o más fuentes de variación y el objetivo principal de ésta técnica es contrastar hipótesis sobre la existencia o no de diferencias entre los valores promedio de los puntajes o variables implicadas en el estudio. Cuando la comparación es referida a sólo dos medias, el ANOVA es equivalente a la prueba t-Student para el contraste de dos medias. Sea que se quiera contrastar dos o más medias se asume para este procedimiento un error aleatorio que sigue una distribución normal con media 0 y varianza constante.

Para analizar los datos de esta investigación se aplicó un diseño factorial con dos factores. El primer factor implicado lo constituye como se dijo antes cuatro niveles, que corresponde a los clones de la investigación 1, 2, 5 y 9. El segundo Nivel es la dosis de fertilización con cuatro niveles. El primer nivel a lo dosis de fertilización realizada culturalmente por el agricultor, el

segundo nivel a la dosis de fertilización recomendada bajo la interpretación del análisis de suelo, el tercer nivel corresponde a la dosis de fertilización recomendada bajo la interpretación del análisis de suelo más el 50% de fertilizante y el último nivel corresponde a la dosis de fertilización recomendada bajo la interpretación del análisis de suelo menos el 20 % de fertilizante. El objetivo es verificar la hipótesis si el rendimiento de la papa varía según el clon y la dosis de fertilización. Para probar la validez del modelo fue necesario confirmar los contrastes de hipótesis mediante el estudio de los residuos: normalidad, tendencias, promedios, etc. y la realización de un contraste de homocedasticidad (homogeneidad de varianzas entre los grupos). A continuación se presenta el arreglo matricial para el diseño de dos factores. 49

3.5 Seguimiento y toma de datos.

Al cultivo se realizó una visita técnica cada 8 días, garantizando su libre desarrollo, combatiendo plagas, enfermedades y malezas. Labor necesaria para determinar por medio de incidencia y severidad el período indicado para la aplicación de productos biológicos y/o químicos, teniendo en cuenta que este seguimiento disminuye los costos de producción al evitar aplicar constantemente productos químicos.

Los datos obtenidos en campo se realizaron de acuerdo a la variable de estudio, en el caso de porcentajes de germinación se realizó a los 10 días de haber realizado la siembra. Los valores como área foliar, número de tallos, grosor de los tallos y altura de la planta se tomaron en plena floración, teniendo en cuenta que es en este estado fenológico en el cual la planta expresa al máximo su vigor.

3.6 Variables evaluadas.

3.6.1 Rendimiento de tubérculos por clon.

Al momento de la cosecha se clasificaron y pesaron los tubérculos de acuerdo a su tamaño en cuatro categorías: cero (R0) (diámetro > 6 cm); primera (R1)(diámetro $< 6 > 4$ cm) ; (R2), segunda o semilla (diámetro $< 4 > 2$ cm) y (R3), riche, (diámetro > 2 cm). Para el análisis se establecieron dos categorías el rendimiento comercial (RC): donde se agrupó R0 + R1 y rendimiento total (RT), que fue la sumatoria de las categorías (R0+R1+R2+R3), con el rendimiento por parcela se determinó el rendimiento por hectárea ($t.ha^{-1}$), calculado en base a una densidad de siembra comercial de 41.666 plantas. ha^{-1}

Para el registro de los datos, se utilizaron libros de campo, donde se registraron las variables vegetativas (área foliar, número de tallos, grosor de tallos y altura de la planta), reproductivas (número de tubérculos), fitosanitarias (Plagas y enfermedades en los tubérculos)

3.6.2 Altura de la planta.

Se midió desde la base de los tallos hasta el brote apical más alto, donde se tiene en cuenta la altura del tallo central. Esta variable es de tipo cuantitativo tomada con cinta métrica. Se registró la altura cuando un 75% de las plantas del tratamiento se encontraron en plena floración.

3.6.3 Número de tallos.

Se tomó la planta y se realizó un conteo de los tallos principales, esta variable es de tipo cuantitativa, Se pueden expresar como el número de tallos principales (o tallos sobre el suelo) por planta se consideran tallos en el suelo los siguientes:

Tallos principales: Los que crecen directamente del tubérculo madre.

Tallos laterales: Ramificaciones del tallo principal cercanos al tubérculo madre. Forman su propio sistema radicular y pueden llegar a ser tan productivos como los tallos principales. (Hidalgo, 1999)

3.6.4 Grosor de los tallos.

Se tomó la planta y luego de haber contado la cantidad de tallos principales se midió el diámetro de cada tallo, esta variable es de tipo cuantitativo y para su ejecución se desarrolló con un pie de rey o calibrador digital para mayor exactitud y manejo en campo.

3.6.5 Área foliar

La metodología de esta variable será empleada en la etapa de plena floración. Se seleccionarán tres plantas por cada tratamiento, tomando el tallo principal clasificándolas en tres grupos: hojas expandidas (adultas), del tercio medio y juveniles. Una vez se obtuvo el dato del número de hojas se tomó una hoja representativa de cada grupo, se tomó una fotografía a una altura de 25 cm perpendicular al plano utilizando un fondo blanco. Las fotografías se añadieron al programa ImageJ para calcular el área foliar. El resultado de cada hoja se multiplicó por el número de hojas al cual correspondía su tamaño y el área total será las sumatorias de las multiplicaciones de los tres grupos de hojas, metodología utilizada por (Rincón, Olarte, & Perez, 2012).

3.7 Manejo Agronómico.

3.7.1 Preparación y adecuación del terreno.

Para la preparación del lote se utilizó un motocultor 720B diésel con 6 HP de la finca, con esta labor se aplicó una dosis de 100 Kg/ha de cal dolomita para disminuir la acidez, llevando a un rango promedio de 6 – 6,2 teniendo en cuenta que la acidez no fue factor de riesgo se realizó la aplicación en forma de mantenimiento por motivos de cambios en la estructura del suelo ya que el análisis de suelo se realizó año y medio antes de iniciar la investigación.

Una vez aplicada la cal y preparado el terreno se dejó actuar la cal por 8 días y se procedió a sembrar los bloques experimentales.

3.7.2 Siembra y primera fertilización.

Para la siembra se utilizaron 4 clones de papa criolla, tres de ellos corresponden a los que presentaron mejor respuesta de adaptación a las condiciones de área en estudio realizado por Villamizar (2015) y la variedad Criolla Colombia que corresponde a la variedad que se siembra por tradición en la región. De cada clon se sembró un total de 576 sitios, para un total de 2.304 sitios distribuidos en 16 tratamientos.

Se dejaron camas de 5 metros de anchas por 1.6 metros de largo, cada sitio se sembró a 30 centímetros, para un total de 16 sitios por hilera, de cada cama se dejaron tres hileras distanciadas a 80 centímetros.

Al momento de la siembra se realizó la primera fertilización, aplicando por tratamiento las siguientes cantidades de fertilizante.

Tabla 8 Tabla de nutrientes aprovechados en la primera fertilización para Dosis 1 y 2

Tabla de nutrientes Producto Rafos Yara			Tabla de nutrientes Producto Rafos Yara		
Kg Aplicar/ha	1250	Dosis Agricultor (D1)	Kg Aplicar/ha	583	Dosis Técnica (D2)
Nutriente	% Contenido	Total Kg Aplicado	Nutriente	% Contenido	Total Kg Aplicado
N	12	90	N	12	42
P205	24	180	P205	24	84
K2O	12	90	K2O	12	42
MgO	2	17	MgO	2	8
S	1	9	S	1	4
B	0,04	0,3	B	0,040	0,2
Zn	0,02	0,2	Zn	0,020	0,1

Tabla de nutrientes Producto Rafos Yara			Tabla de nutrientes Producto Rafos Yara		
Kg Aplicar/ha	875	Dosis Técnica + 50% (D3)	Kg Aplicar/ha	467	Dosis Técnica - 20% (D4)
Nutriente	% Contenido	Total Kg Aplicado	Nutriente	% Contenido	Total Kg Aplicado
N	12	63	N	12	34
P205	24	126	P205	24	67
K2O	12	63	K2O	12	34
MgO	2	12	MgO	2	7
S	1	6	S	1	3
B	0,04	0,2	B	0,04	0,1
Zn	0,02	0,1	Zn	0,02	0,1

En la tabla 8 y9 respectivamente se menciona el fertilizante comercial disponible en la región que cumple con las características descritas por (Alvarado & López, 1976) donde mencionan una relación adecuada 1:3:1 o en si mínimo efecto una relación 1:2:1 de fertilizante para iniciar un desarrollo adecuado de la plantación de papa. Con base a las recomendaciones de Castro (1998) se realizó la aplicación del 100% de fosforo más el 50% de la totalidad del potasio, (requerimientos nutricionales de la papa en la tabla 2) en este caso se seleccionó este fertilizante comercial primero por su alta disponibilidad en el mercado local y la variabilidad de elementos menores nutricionales, dando al cultivo las condiciones adecuadas para su desarrollo fisiológico ideal.

3.7.3 Abonado.

Para el abonado se utilizó Gallinaza Compostada, que sirve de acondicionador del suelo y nos aporta nutrientes como complemento del plan de fertilización. Para esta labor se tiene en cuenta la ficha técnica del producto (Anexo 2), con ella se realizan los cálculos para la variable de dosis de fertilización para determinar la cantidad de nutrientes aplicados, los resultados de la cantidad de nutrientes con respecto a la cantidad de abono aplicado se señalan en la siguiente tabla.

Tabla 10 Total de nutrientes aprovechables del abono para la dosis 1 y 2

Tabla de nutrientes Abono Orgánico %			Tabla de nutrientes Abono Orgánico %		
Kg Aplicar/ha	4167	Dosis Agricultor (D1)	Kg Aplicar/ha	2083	Dosis Técnica (D2)
Nutriente	% Contenido	Total Kg Aplicado	Nutriente	% Contenido	Total Kg Aplicado
N	8	200	N	8	100
P205	5	125	P205	5	62
K2O	4	90	K2O	4	45
CaO	2	58	CaO	2	29

Tabla 11 Total de nutrientes aprovechables del abono para la dosis 3 y 4

Tabla de nutrientes Abono Orgánico %			Tabla de nutrientes Abono Orgánico %		
Kg Aplicar/ha	3125	Dosis Técnica + 50% (D3)	Kg Aplicar/ha	1667	Dosis Técnica - 20% (D4)
Nutriente	% Contenido	Total Kg Aplicado	Nutriente	% Contenido	Total Kg Aplicado
N	8	150	N	8	80
P205	5	94	P205	5	50
K2O	4	67	K2O	4	36
CaO	2	44	CaO	2	23

3.7.4 Segunda fertilización.

Teniendo en cuenta la pendiente, se realizó la aplicación del producto fertilizante en banda, tal y como indica Castro (1998) se realizó la aplicación lo más cerca de la planta teniendo en cuenta que lo que se busca es alimentar la planta no se dejó retirado el fertilizante, la aplicación se realizó por la parte superior para evitar la pérdida por lixiviación del fertilizante debido a la presencia de altas precipitaciones al momento de realizar el estudio.

Debido al alto costo de la mano de obra en el cultivo de la papa y el ciclo tan corto en la especie *S. phureja*, la fertilización se divide a dos simples dosis en todo el cultivo, utilizando al máximo la mano de obra realizando dos labores al mismo tiempo, la aplicación del fertilizante y

el aporque, esta labor se realiza una vez la planta alcanza los 25 cm de altura

aproximadamente, para este caso el aporque se realizó a los 30 días después haber germinado la papa.

Para esta fertilización se utiliza de igual manera productos con la relación especial de nutrientes que nos la dio el análisis de suelo, lo que buscamos con esta fertilización fue suplir de los nutrientes que nos hacían falta para completar los niveles de extracción de la planta, teniendo en cuenta que durante esta época incrementa el consumo de nutrientes (Figura 2) (Yara Colombia) como potasio, nitrógeno se realiza con antelación la disponibilidad de estos nutrientes para el consumo de la planta.

Tabla 12 Tabla de nutrientes aprovechados en la segunda fertilización para Dosis 1 y 2

Tabla de nutrientes Abotek Porcentaje			Tabla de nutrientes Abotek Porcentaje		
Kg Aplicar/ha	1250	Dosis Agricultor (D1)	Kg Aplicar/ha	333	Dosis Técnica (D2)
Nutriente	% Contenido	Total Kg Aplicado	Nutriente	% Contenido	Total Kg Aplicado
N	15	112	N	15	30
P205	4	30	P205	4	8
K2O	23	172	K2O	23	46
MgO	4	35	MgO	4	9
S	2	17	S	2	5
B	0,1	0,9	B	0,1	0,2
Zn	0,1	0,9	Zn	0,1	0,2

Tabla de nutrientes Abotek Porcentaje			Tabla de nutrientes Abotek Porcentaje		
Kg Aplicar/ha	500	Dosis Técnica + 50% (D3)	Kg Aplicar/ha	267	Dosis Técnica - 20% (D4)
Nutriente	% Contenido	Total Kg Aplicado	Nutriente	% Contenido	Total Kg Aplicado
N	15	45	N	15	24
P2O5	4	12	P2O5	4	6
K2O	23	69	K2O	23	37
MgO	4	14	MgO	4	7
S	2	7	S	2	4
B	0,1	0,3	B	0,1	0,2
Zn	0,1	0,3	Zn	0,1	0,2

En las tablas 12 y 13 consecutivamente se detalla la cantidad de nutrientes aprovechables por la planta aplicados por cada dosis de fertilización para cada tratamiento (Tabla 7) de acuerdo a la metodología de estudio aplicada.

3.7.5 Aporque.

Esta práctica cultural se realiza en conjunto con la segunda fertilización, en esta actividad se cubren los tallos principales para dar firmeza a la planta, se evita que las raíces al ser tan superficiales provoquen que los tubérculos queden dispuestos a los rayos del sol.



Figura 27 Actividad de aporque de la papa.

En este grupo de fertilizantes se incluyen aquellos materiales que contienen uno o más de los nutrimentos esenciales para las plantas, los cuales se encuentra dispersos en un medio líquido. (Molina, 2003), Apoyado en los estudios realizados por (Barrera, 2002) este fertilizante se aplicó en los momentos de mayor necesidad, con base a la gráfica 7 de (Grandet & Lora, 1978) para la aplicación del producto Nitro Phos-K se aplicó a partir de los 50 días, para aprovechar e inducir al llenado de tubérculos.

Tabla 14 Nutrientes aprovechados en la fertilización foliar para Dosis 1 y 2

Tabla de nutrientes Fertilizante Foliar %			Tabla de nutrientes Fertilizante Foliar %		
cc Aplicar/ha	10000	Dosis Agricultor (D1)	cc Aplicar/ha	1000	Dosis Técnica (D2)
Nutriente	% Contenido	Total ml Aplicado	Nutriente	% Contenido	Total ml Aplicado
P205	18,3	1098	P205	18,3	110
K2O	25	1500	K2O	25	150
B	0,028	2,0	B	0,028	0,2
Fe	0,140	9,8	Fe	0,140	1,0
Mn	0,070	4,9	Mn	0,070	0,5
Zn	0,070	4,9	Zn	0,070	0,5

Tabla 15 Nutrientes aprovechados en la fertilización foliar para Dosis 3 y 4

Tabla de nutrientes Fertilizante Foliar %			Tabla de nutrientes Abono Orgánico %		
cc Aplicar/ha	1500	Dosis Técnica + 50% (D3)	cc Aplicar/ha	800	Dosis Técnica - 20% (D4)
Nutriente	% Contenido	Total ml Aplicado	Nutriente	% Contenido	Total ml Aplicado
P205	18,3	165	P205	18,3	88
K2O	25,0	225	K2O	25	120
B	0,028	0,3	B	0,028	0,2
Fe	0,140	1,5	Fe	0,140	0,8
Mn	0,070	0,7	Mn	0,070	0,4
Zn	0,070	0,7	Zn	0,070	0,4

La cosecha se realizó a los 110 días después de haber germinado el cultivo, debido a las condiciones agroclimáticas que se encuentra la zona de estudio, al encontrarnos sobre los 2040 msnm altura mínima para el cultivo de papa se acortan los ciclos debido a la alta temperatura.

Las condiciones climáticas fueron un limitante durante el desarrollo del cultivo ya que se presentaron altas precipitaciones en lapsos de tiempo muy cortos, proliferando la presencia de chizas (coleóptero; Melolonthidae). (Zuluaga, 2003)

Para la cosecha se obtuvo un total de fertilizantes aplicados que se demuestran en la siguiente tabla:

Tabla 16 Total de fertilizante aprovechado por el cultivo hasta la cosecha en dosis 1 y 2

Nutriente	APROVECHABILIDAD	Nutriente	APROVECHABILIDAD
N (Kg/Ha)	402,494	N (Kg/Ha)	171,997
P205 (ppm)	1432,995	P205 (ppm)	264,298
K2O (meq/100g)	1852,494	K2O (meq/100g)	282,998
MgO (meq/100g)	52,499	MgO (meq/100g)	17,500
S (ppm)	26,250	S (ppm)	8,750
B (ppm)	3,185	B (ppm)	0,593
Zn (ppm)	5,950	Zn (ppm)	0,805
CaO (meq/100g)	58,332	CaO (meq/100g)	29,166
Mn (ppm)	4,900	Mn (ppm)	0,490
Fe (ppm)	9,800	Fe (ppm)	0,980

Se puede observar el incremento indiscriminado en la aplicación de fertilizante en la dosis de usos cultura del agricultor para el cultivo, ya que no se siguen las recomendaciones de un ingeniero agrónomo ni se cuentan con estudios de análisis de suelos para determinar la cantidad de fertilizante.

Tabla 17 Total de fertilizante aprovechado por el cultivo hasta la cosecha en dosis 3 y 4

Nutriente	APROVECHABILIDAD	Nutriente	APROVECHABILIDAD
N (Kg/Ha)	257,996	N (Kg/Ha)	137,598
P2O5 (ppm)	15578,376	P2O5 (ppm)	211,438
K ₂ O (meq/100g)	424,497	K ₂ O (meq/100g)	226,398
MgO (meq/100g)	26,250	MgO (meq/100g)	14,000
S (ppm)	13,125	S (ppm)	7,000
B (ppm)	0,889	B (ppm)	0,474
Zn (ppm)	1,207	Zn (ppm)	0,644
CaO (meq/100g)	43,749	CaO (meq/100g)	23,333
Mn (ppm)	0,735	Mn (ppm)	0,392
Fe (ppm)	1,470	Fe (ppm)	0,784

Para las dosis tres se obtuvo en una totalidad del 50% de más fertilizante y para la dosis cuatro el 20% menos de fertilizante que el recomendado por el ICA (1981).

Las diferencias se encontraron principalmente en el diámetro de los tubérculos ya que a mayor fertilización mayor cantidad de diámetro en los tubérculos.

Resultados y discusión.

4.1. Número de tubérculos por tamaño en categorías (cero, primera, segunda y riche)

Como podemos observar en la figura 28 la producción de tubérculos según su clasificación se produjo en tubérculos de segunda, primera, riche y cero respectivamente. Los tratamientos con mayor producción promedio de tubérculos corresponde a los tratamientos 3, 5, y 9 de los clones uno, dos y dos. Los tratamientos coinciden especialmente en que todos pertenecen al nivel de fertilización con mayor cantidad de fertilizante, para este caso la fertilización realizada por el agricultor convencionalmente (dosis uno).

El 94% de los tratamientos tienen mayor producción de tubérculos del calibre de segunda (diámetro de 2 a 4cm) seguidos de los tubérculos de categoría primera (diámetro entre 6 y 4 cm), después la categoría riche (diámetro menor a 2 cm) y por último los tubérculos de la categoría cero (diámetro mayor a 4cm).

Los tratamientos con menor cantidad de fertilizante produjeron menor cantidad de papas de calibres comerciales, las clasificaciones que predominaron en estos tratamientos corresponden a las de segunda y riche. Convirtiéndose en pérdidas para el agricultor debido a que en el comercio los compradores mayoristas varían los precios de acuerdo al tamaño del tubérculo.

Para los tratamientos que se realizaron bajo la recomendación del análisis de suelo no fue tan variante la diferencia para tubérculos en categorías de primera y segunda correspondiendo a los diámetros de mayor comercialización según mayoristas del centro de acopio de la ciudad de Pamplona.

Para la dosis realizada convencionalmente por el agricultor, se notó la diferencia en la producción de tubérculos de mayor calibre, encontrando tubérculos de diámetro entre los 4 y 9 cm, en algunos casos con deformaciones, lo cual al producir papas de gran tamaño se hacen poco llamativas para la comercialización, expresa don Luis, comprador mayorista de papa criolla en

pamplona que estos tamaños en estas papas son tan indeseables como los tamaños de calibre 61 riche ya que el consumidor no le apetece estas papas tan grandes.

Para satisfacer un mercado local - nacional hace falta estudiar el consumidor, detectando cuales son los gustos del calibre de papas que desea comprar, de acuerdo a entrevistas realizadas a los compradores de papa criolla a la hora de comprar buscan una papa que no sea muy grande ni muy pequeña, al comparar los calibres los consumidores prefirieron el calibre de primera.

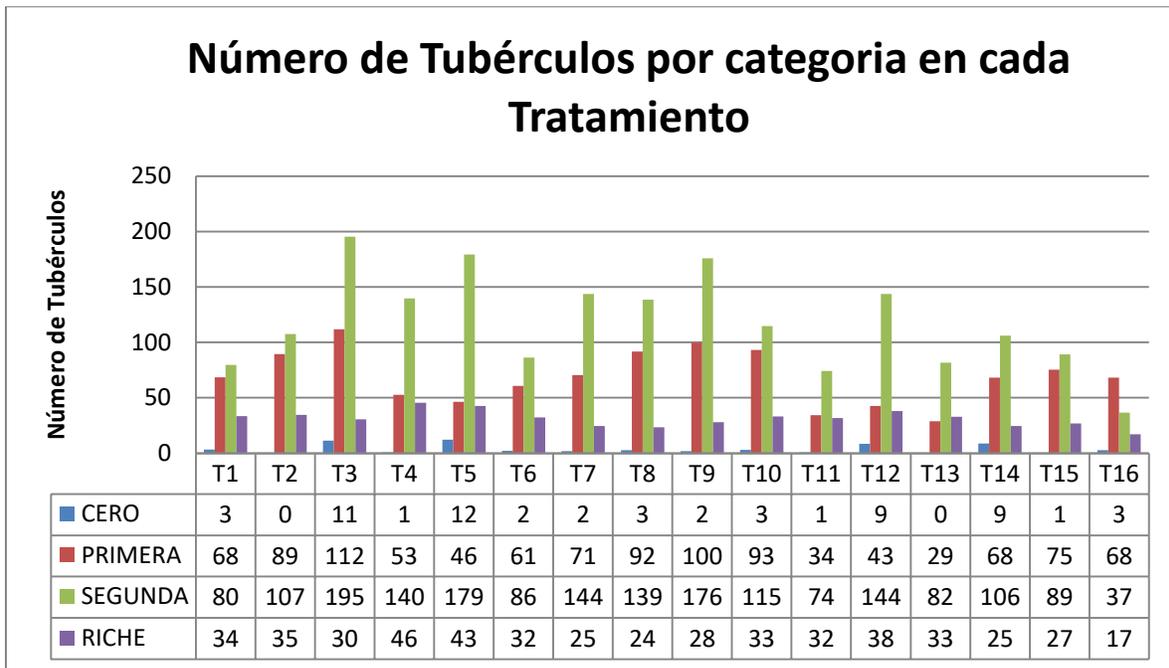


Figura 28 Producción de tubérculos por categoría en cada tratamiento de fertilización.

Los resultados actuales para los tratamientos con dosis de fertilización cuatro (Dosis cultural de agricultor) en cuanto al número de tubérculos por clones se asemejan a los resultados obtenidos por Villamizar (2015), Herreño (2015), Cisneros (2015) y García (2015) encontrando mayor cantidad de tubérculos de categoría segunda en la misma zona de estudio con los mismos clones, debido a que ellos realizaron la misma practica de fertilización utilizada en el presente estudio para la dosis cuatro, además está de acorde a los resultados encontrados en el informe de resultados entregado por (Rodríguez, 2014) en la Universidad d Nacional de Colombia.

4.2 Rendimiento por tratamiento.

En la figura 28 podemos observar el rendimiento en promedio total en el ciclo productivo ($t \cdot ha^{-1}$) para cada uno de los tratamientos sometidos a evaluación. Además, se compara con el rendimiento promedio del departamento Norte de Santander y con el rendimiento nacional.

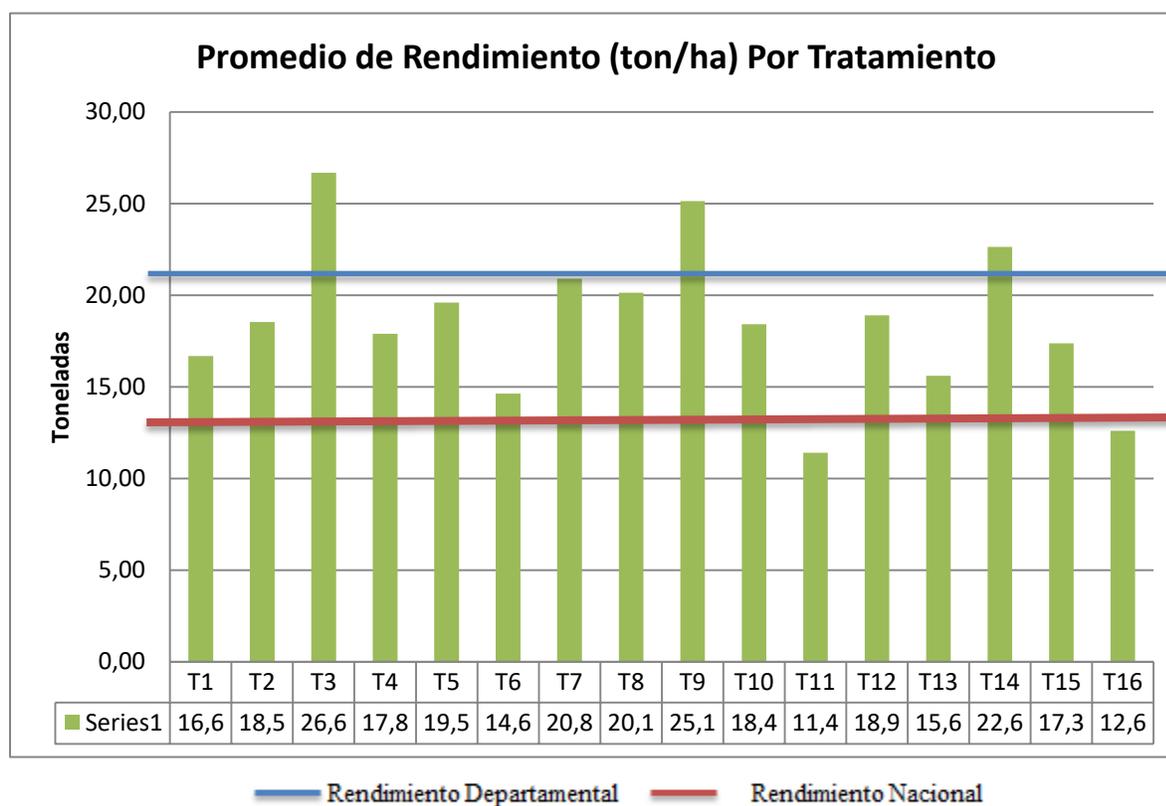


Figura 29 Rendimientos por tratamiento en t/ha

Los resultados promedios en los tratamientos superan el rendimiento nacional a excepción de los tratamientos 11 y 16, que corresponden a las dosis de fertilización 4 y 2 siendo las más bajas en cuanto a la cantidad de fertilizante aplicado, a esto le sumamos las desigualdades de calidad del suelo ya que no era homogéneo en sus características físicas ni químicas.

La dosis uno fue la dosis de fertilización que entregó mejores resultados en rendimiento figura 29, todos los tratamientos sobrepasaron la media de rendimiento nacional y los tratamientos 3 y 14 sobrepasaron el promedio del rendimiento departamental, para esta labor el agricultor utilizó una dosis de fertilizante de 2500 kg/ha, en el cual la relación beneficio costo se ve descompensada ya que las ganancias se minimizan.

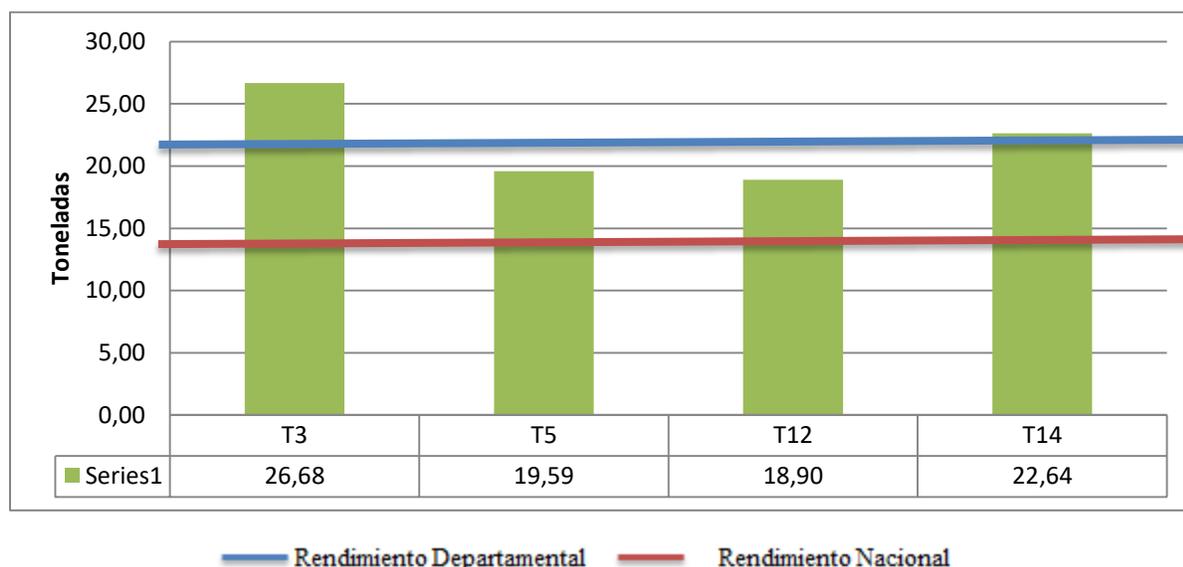


Figura 30 Promedio de rendimientos en ton/ha para dosis de fertilización uno

Para la dosis dos como se puede observar en la figura 30, solamente el tratamiento 9 sobrepasó los promedios departamentales y los tratamientos 7 y 10 el promedio nacional, siendo el tratamiento 16 el que presentó los menores rendimientos en el área de estudio.

Para esta dosis se realizó una aplicación de 800 kg/ha de fertilizante, afirmando a Muñoz (2008) donde indica que cantidades entre 600 y 800 Kg/ha de fertilizante hacen el cultivo más eficiente y rentable.

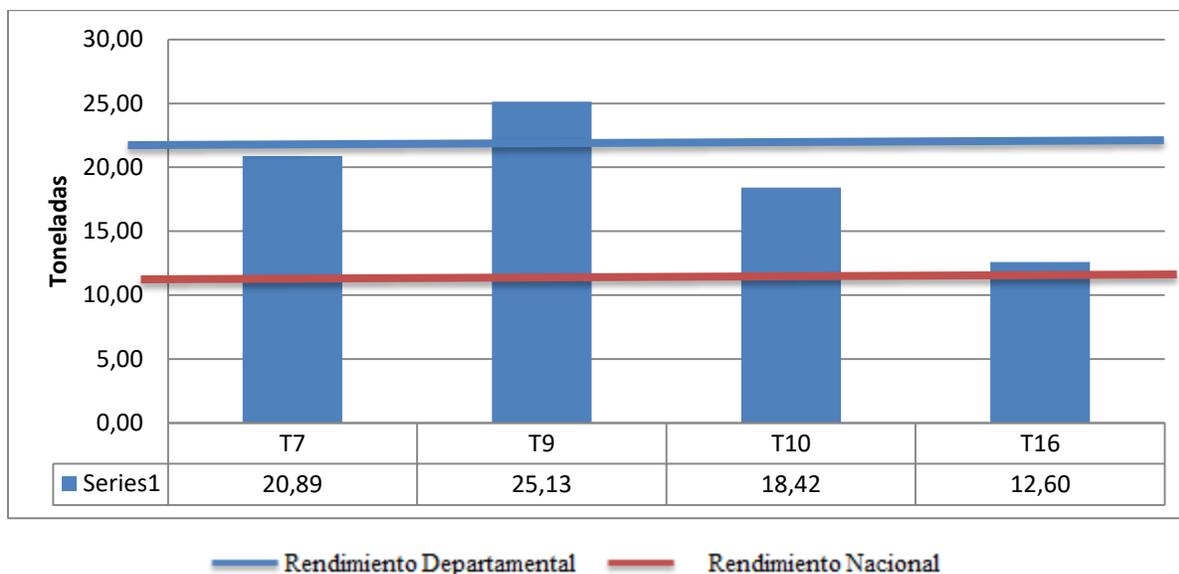


Figura 31 Promedio de rendimientos en ton/ha para la dosis de fertilización dos

Para la dosis de fertilización número 3, se encontraron valores promedios donde ningún tratamiento superó el promedio departamental, pero si superaron el promedio nacional, encontramos un rendimiento balanceado para todos los clones, para esta dosis de fertilización se utilizaron 1.200 kg/ha de fertilizante, aumenta la eficiencia del cultivo, pero no la rentabilidad, los resultados obtenidos los podemos observar en la siguiente figura.

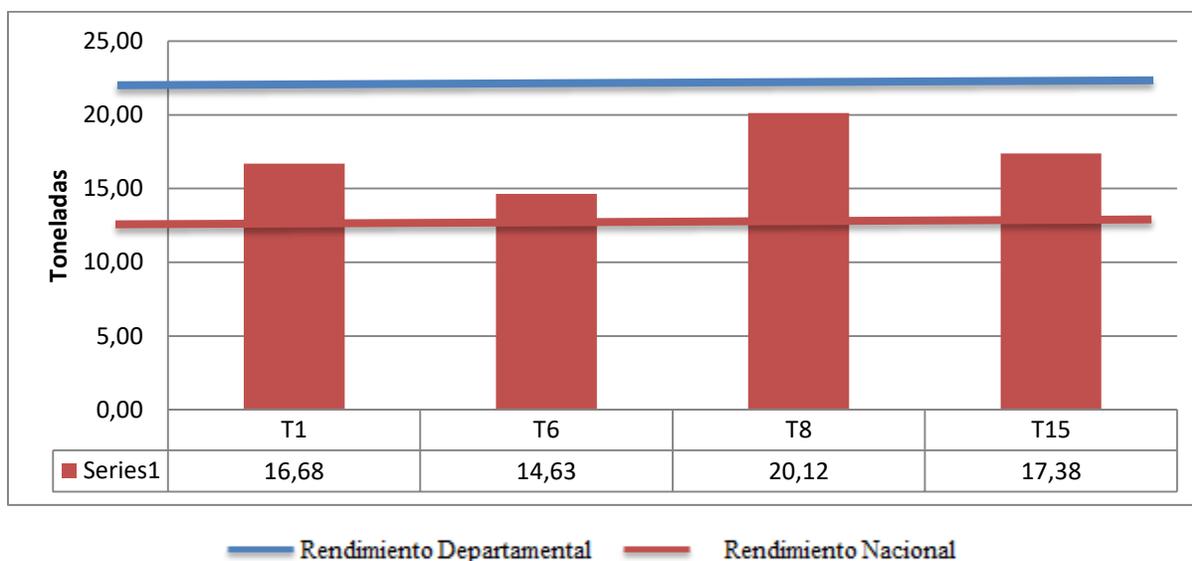


Figura 32 Promedio de rendimiento en ton/ha para la dosis de fertilización tres.

Para la dosis cuatro se encontró que ningún tratamiento supero el promedio departamental, 65
 Los tratamientos 2, 4 y 13 pasaron el promedio de rendimiento nacional, siendo para este estudio de fertilización el tratamiento 11 el rendimiento más bajo. Para esta dosis de fertilización se utilizaron 600 kg/ha de fertilizante.

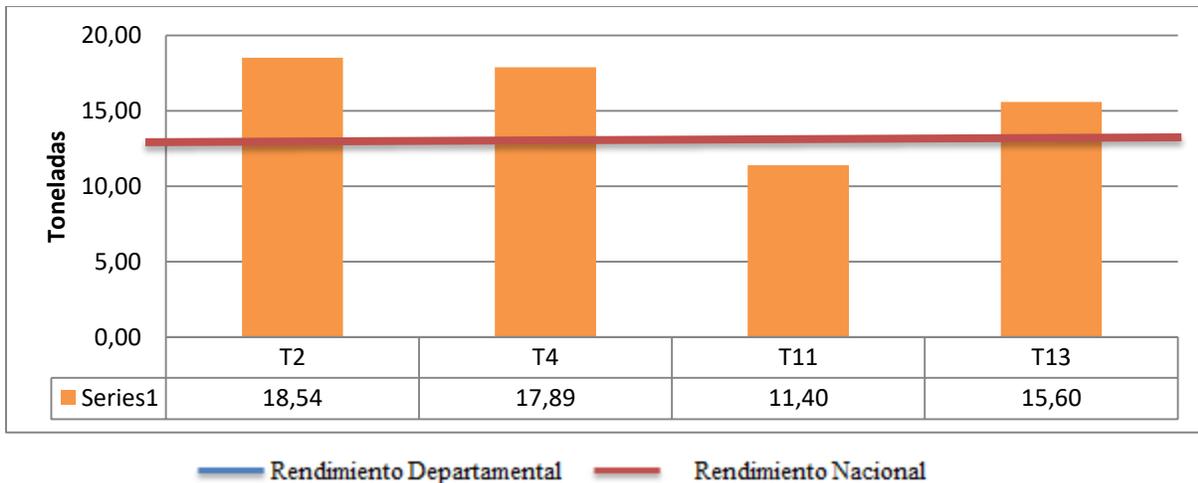


Figura 33 Promedio de rendimiento en ton/ha para la dosis de fertilización cuatro.

4.3 Peso de tubérculos por tamaños en categorías (cero, primera, segunda y riche).

En los resultados de la figura 28 podemos observar como el peso para los tubérculos de clasificación de segunda fueron superiores para el 82% de los tratamientos, además podemos identificar que los tubérculos de mayor tamaño o categoría cero se localizaron en su mayoría en los tratamientos de dosis de fertilización con mayor cantidad de fertilizante, el tratamiento cuatro a pesar de que se manejó con una dosis de fertilización cuatro (dosis técnica menos el 20%) encontramos valores similares debido a una variable que no se pudo controlar y nos dificultó el trabajo a la hora de analizar los resultados fueron las condiciones físicas del suelo, debido a que el lote no era totalmente homogéneo y se encontraron focos localizados que presentaban mejores texturas y mayores cantidades de materia orgánica.

Este análisis beneficia a los agricultores determinando que todos los clones pueden ser comercializados fácilmente, debido a que este es el tamaño que mayor demanda tiene en los

mercados locales y nacionales para venta en fresco según mayoristas del centro de acopio de Pamplona. 66

La categoría riche no presenta un peso representativo en la producción de papa por lo cual los agricultores prefieren dejarlo en el lote y concentrar la cosecha en tubérculos de mayor categoría.

Estos resultados de asemejan a los resultados presentados por Herreño (2015) y Villamizar (2015) en la cual la categoría de mayor producción en peso para la zona de Mutiscua y Chitagá fue la categoría primera.

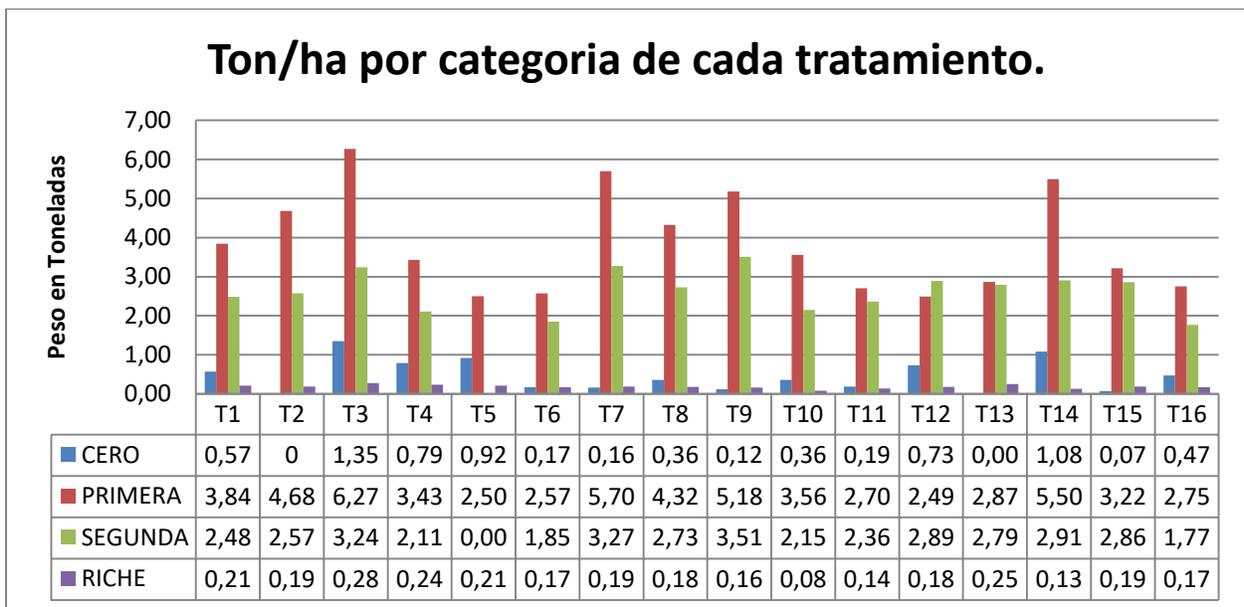


Figura 34 Producción en toneladas por categoría en cada tratamiento de fertilización.

4.4 Modelo estadístico

El modelo matemático aditivo (no interacción) para un diseño de dos factores es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \tau_j + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ij} : Representa el rendimiento obtenido, bajo el i-ésimo clon, con el j-ésimo fertilización. 67

μ : Es la media global.

α_i : Es el efecto principal causado en el j-ésimo clon

τ_j : Es el efecto principal causado por la j-ésimo fertilización.

ε_{ijk} : Es el j-ésimo error aleatorio en el tratamiento (i, j). Los errores son variables aleatorias independientes, normalmente distribuidas, con medias iguales a cero y varianza común σ^2 .

4.5 Tabla Factorial de ANOVA para rendimiento.

Tabla 18 Tabla factorial de Anova para rendimiento.

Source	DF	SS	MS	F	P
CLON	3	13,23	4,41	0,15	0,93
DOSIS	3	327,23	109,076	3,68	0,0196
Error	41	1216,52	29,671		
Total	47	1556,98			

DF: Grados de libertad; SS: Suma de cuadrados; MS: Suma de cuadrados medios; F; Estadísticos; P: P. Valor.

El análisis de varianza (ANOVA) da como resultado que no hay diferencias significativas en rendimiento con respecto a los clones como indica la Tabla 18 y en rendimiento con respecto a las dosis de fertilización si encontramos una diferencia con un (p-valor 0.0196) en la cual se distinguen la dosis uno(Convencional del agricultor) con las dosis dos y tres (técnica y dosis técnica más el 50%) y con una mayor diferencia en la dosis cuatro (técnica – 20%) lo que confirma los resultados anteriores (Tabla 20). Podemos concluir que los cuatro clones pueden ser explotados comercialmente ya que cuentan con un rendimiento promedio cercano a la variedad Colombia, además que sus características morfológicas no son notorias y de esta manera entrar a competir en el mercado obteniendo mayores ingresos con un buen manejo nutricional recomendado por un ingeniero agrónomo bajo resultados del análisis de suelo.

Los resultados encontrados coinciden con los obtenidos por García (2015) en el municipio 68 de Pamplona, con los de Herreño (2015) en el municipio de Mutíscua y con los resultados de Villamizar (2015) en el municipio de Chitagá, donde los clones no presentan diferencia significativa.

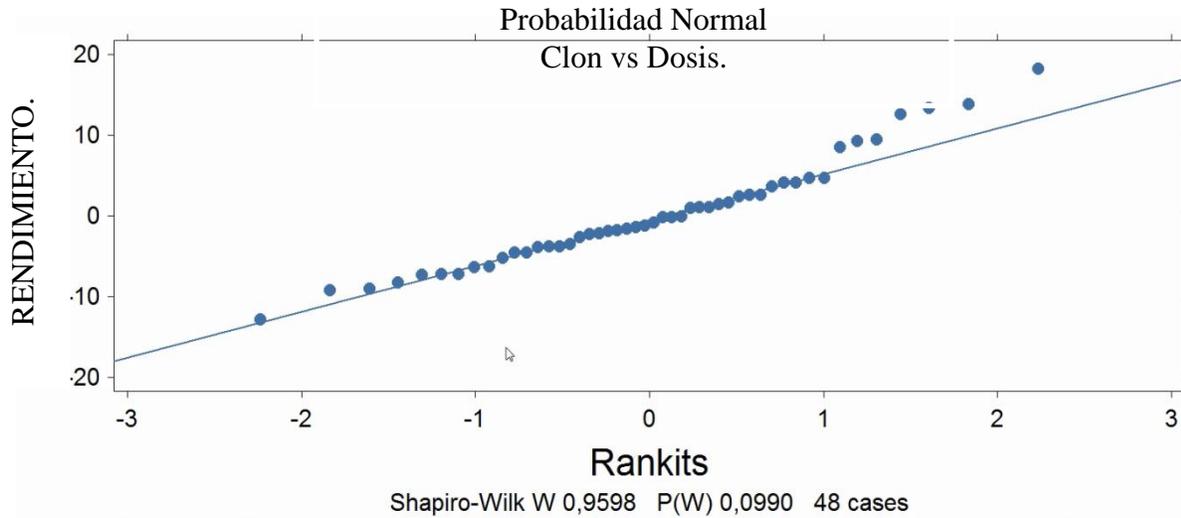


Figura 35 Supuesto de normalidad del rendimiento

Con los resultados obtenidos en la figura 34 podemos demostrar que el supuesto de normalidad se cumple para el rendimiento.

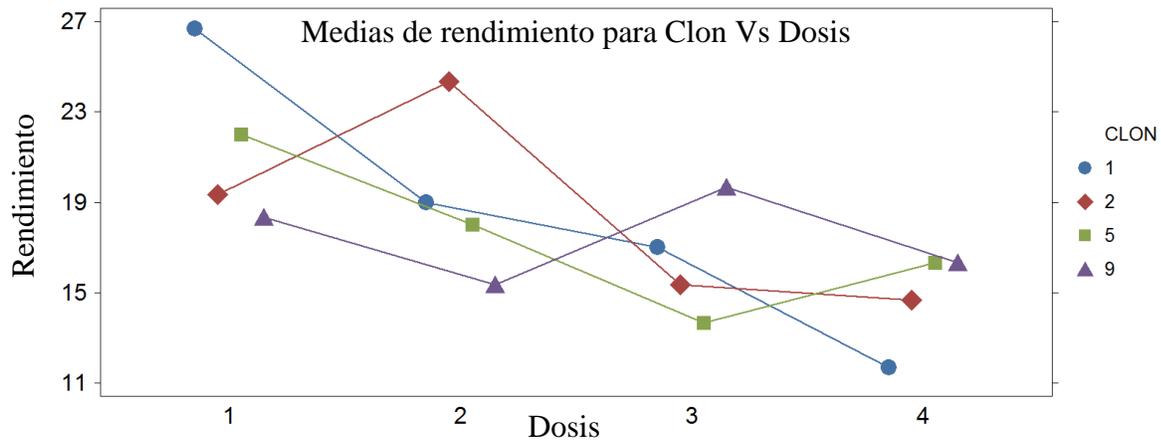


Figura 36 Medias de Rendimiento para Clones VS Dosis

En la figura 35 observamos las medias de los rendimientos de acuerdo a las dosis de fertilización y las dosis representada en toneladas por hectárea.

Tabla 19 Prueba de Tukey para determinar las diferencias entre clones.

CLON	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS
1	18,583	A
2	18,417	A
5	17,5	A
9	17,417	A

No presentan diferencia significativa en el rendimiento los diferentes clones de papa criolla. Coincidiendo con los resultados encontrados para estos clones en los trabajos realizados por García (2015) en el municipio de Pamplona, con los de Herreño (2015) en el municipio de Mutíscua y con los resultados de Villamizar (2015) en el municipio de Chitagá, donde los clones no presentan diferencia significativa.

Tabla 20 Prueba de Tukey para determinar diferencias entre dosis de fertilización

DOSIS	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS
1. Agricultor	21,583	A
2. Técnica	19,167	AB
3. Técnica + 50%	16,417	AB
4. Técnica - 20%	14,75	B

La diferencia marcada se encuentra entre las dosis de fertilización uno y cuatro, determinando como dosis promedio la dos y la tres. En la dosis dos y tres no se encuentra diferencia

significativa alguna, Coincidiendo con los resultados obtenidos por Muñoz, (2008) en el departamento de Nariño donde determinó que la cantidad optima de fertilizantes se encontraban entro el rango de 800 a 1000kg por hectárea para un rendimiento promedio de 20 a 22 toneladas por hectárea. 70

4.6 Correlación entre las variables de rendimiento.

Realizado el análisis estadístico (Tabla 19) se pudo determinar que las variables que presentaron mayor influencia en el rendimiento de los cuatro clones de papa criolla son la altura de la planta con un 52% de influencia y el área foliar con un 36% de influencia, descartando las variables de numero de tallos y diámetro de los tallos, ya que se asemejan más a la calidad de la semilla y al estado nutricional del cultivo.

Tabla 21 Correlación de las variables en el rendimiento

	Rendimien	Dosis	Clon	AltuPlan	NumTall	DiamTall
Rendimien	1					
Dosis	-0,4564	1				
Clon	-0,0843	0	1			
AltuPlan	0,5205	-0,4308	0,0691	1		
NumTall	-0,0473	0,1623	0,0097	-0,0687	1	
DiamTall	0,0823	-0,4303	-0,1391	0,1625	-0,1164	1
Área Foliar	0,3656	-0,3678	0,0311	0,31	-0,0909	0,3175

Podemos establecer la importancia del desarrollo fisiológico de la planta con la absorción de fotoasimilados, aprovechando al máximo la acumulación de los nutrientes en los tubérculos, para este estudio se encontró una media de 5 tallos en los diferentes clones, reafirmando lo estudiado por Villamizar, (2015) donde no se encuentra diferencia significativa en el desarrollo fisiológico de los cuatro clones estudiados.

En comparación con los resultados obtenidos por García (2015) encontramos similitud en el variable de grosor de los tallos, pero diferencia en la variable número de los tallos debido a que

en el actual estudio esta variable no representa significancia alguna, determinando así que la diferencia zonal de estudio representa una variable que afecta la comparación de los resultados.

4.6.1 Regresión lineal de los mínimos cuadrados de rendimiento.

Tabla 22 Regresión lineal de los mínimos cuadrados de rendimiento.

Variables	Coefficient	Std Error	T	P	VIF
Constant	5,33197	5,12909	1,04	0,3044	0
Area	1,84E-04	8,71E-04	0,21	0,8335	1,2
NumTall	0,12189	0,67699	0,18	0,858	1
DiamTall	3,95107	1,69934	2,33	0,0249	1,1
AltuPlan	0,17178	0,0475	3,62	0,0008	1,1

R²	0,363
R² Ajustado	0,3038
Suma de cuadrados de los residuales (MSE)	23,0639
Desviación estándar:	4,8029

En la tabla anterior podemos observar cómo influyen las variables Área foliar y Altura de la planta en el rendimiento del cultivo. Determinando que estas variables afectan un 36% del potencial de rendimiento en el cultivo, concuerdan dichos resultados con los obtenidos por Villamizar 2015 en la cual el tamaño de la hoja (Largo por ancho) puede llegar a afectar el rendimiento, hasta en un 85%.

4.7 Sanidad de los tubérculos.

La sanidad de los tubérculos se vio afectada por ataques de chizas que pertenecen al orden Coleóptero y la familia Melolonthidae, afectando un promedio del 60% de la producción del cultivo, su alta incidencia se puede atribuirse a un efecto secundario de las altas precipitaciones que se presentaron en la región coincidiendo con los resultados encontrados por el (ICA, 2011)

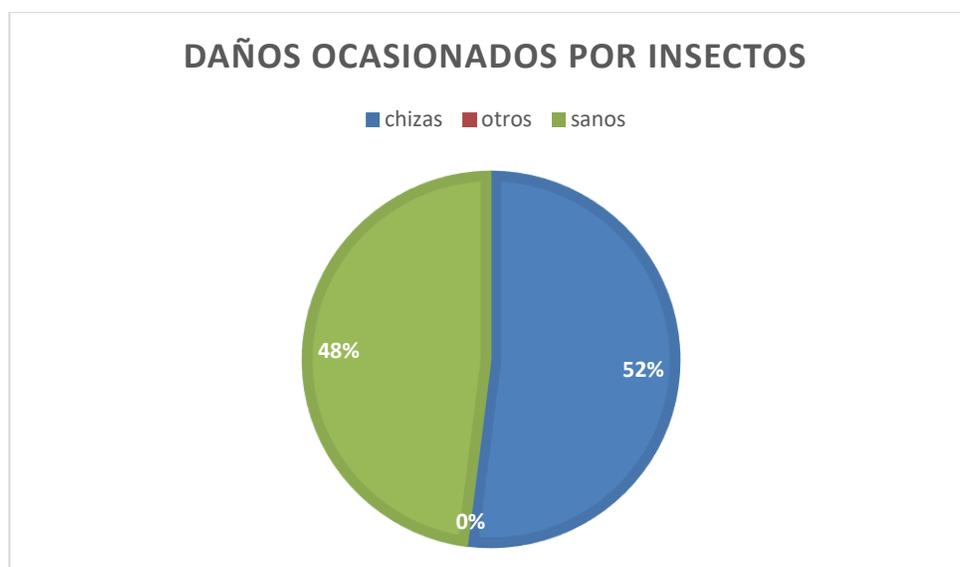


Figura 37 Porcentaje de daños ocasionados por insectos.

Las enfermedades que se encontraron principalmente fueron hongos como *Rhizoctonia solani* que afectaron el 2% de los tubérculos, además se encontró Pudrición seca (*Fusarium spp*) debido a las altas precipitaciones en lapsos de tiempo muy corto cerca de la cosecha, el manejo agronómico representa gran importancia en el manejo de la papa tal y como lo indica Fedepapa (2010), al realizar controles de hospederos de patógenos se disminuye el daño de los tubérculos, un manejo adecuado en el estudio realizado nos permitió no tener presencia de hongos de importancia como *P. infestans* o gota que también ataca los tubérculo como lo indica el ICA (2011).

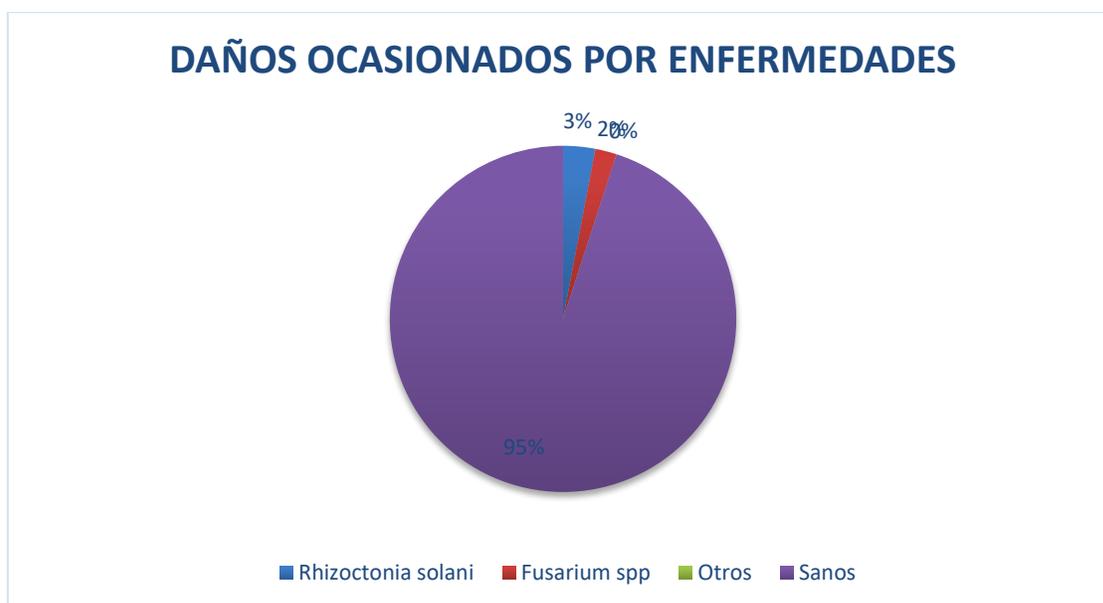


Figura 38 Porcentaje de daños ocasionados por enfermedades.

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

Del 100% de los tubérculos afectados que se encontraron en los tratamientos el 52% correspondió a daños por chizas, el 3% por *Rhizoctonia solani* y el 2% por *Fusarium sp.* El control de plagas se realizó de acuerdo a los ciclos establecidos de vida determinados por el ICA (2011) encontrando una presencia nula de plagas como *T. solanivora* y *P. operculella*.

4.8 Análisis de costos de producción.

Para obtener resultados de la cantidad de dinero que se invertiría en una hectárea de los clones con base al estudio realizado se tuvieron en cuenta las medias de producción por dosis de fertilización obtenidas mediante la prueba de tukey, (tabla 20).

Tabla 23 Modelo de análisis de costos para las diferentes dosis de fertilización.

ACTIVIDADES	PATRÓN				DOSIS 1	DOSIS 2	DOSIS 3	DOSIS 4
	PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR \$/UND				
COSTOS DIRECTOS								
1. LABORES								
1.1. ADECUACION DEL TERRENO								
ALQUILER MOTOCULTOR		Horas	66	\$20,000	\$1.320,000	\$1.320,000	\$1.320,000	\$1.320,000
SUBTOTAL					\$1.320,000	\$1.320,000	\$1.320,000	\$1.320,000
1.2. LABORES CULTURALES								
DRENAJES		Jornal	4	\$30,000	\$120,000	\$120,000	\$120,000	\$120,000
SIEMBRA + FERTILIZACIÓN + TAPADA		Jornal	12	\$30,000	\$360,000	\$360,000	\$360,000	\$360,000
DESHIERBE + APORQUE + FERTILIZANTE		Jornal	15	\$30,000	\$450,000	\$450,000	\$450,000	\$450,000
APLICACIÓN DE FUNGICIDAS		Jornal	25	\$30,000	\$750,000	\$750,000	\$750,000	\$750,000
COSECHA		Jornal	33	\$30,000	\$990,000	\$990,000	\$990,000	\$990,000
EMPACADA		Jornal	3	\$30,000	\$90,000	\$90,000	\$90,000	\$90,000
SUBTOTAL					\$2.760,000	\$2.760,000	\$2.760,000	\$2.760,000
VALOR SUBTOTAL (SUMA DE 1.1 A 1.2)					\$4.080,000	\$4.080,000	\$4.080,000	\$4.080,000
2. FERTILIZANTES								
COMPUESTOS	RAFOS (12 - 24 - 12)	BULTO	25	\$87,000	\$2.175,000	\$1.044,000	\$1.566,000	\$783,000
	ABOTEK (13 - 4 - 24 - 5)	BULTO	25	\$78,000	\$1.950,000	\$546,000	\$780,000	\$390,000
FOLIARES	Nitro Phos-K	LITRO	1 L/ha	\$35,000	\$140,000	\$35,000	\$140,000	\$140,000
SUBTOTAL					\$4.265,000	\$1.625,000	\$2.486,000	\$1.313,000
3. ENMIENDAS								
MATERIA ORGANICA	GALLINAZA	BULTO	85	\$13,000	\$1.105,000	\$546,000	\$819,000	\$442,000
CORRECTIVOS	No Aplica							
SUBTOTAL					\$1.105,000	\$546,000	\$819,000	\$442,000
4. MATERIALES Y SUMINISTROS								
SEMILLA		BULTO	12	\$50,000	\$600,000	\$600,000	\$600,000	\$600,000
FUNGICIDA	MANCOZEB	KILO	1.5 kg/ha	\$13,000	\$19,500	\$19,500	\$19,500	\$19,500
FUNGICIDA 1	PROPINEB + CIMOXANIL	KILO	4.5 kg/ha	\$17,500	\$95,000	\$95,000	\$95,000	\$95,000
FUNGICIDA 2	PROPAMOCARB + FLUOPICOLIDE	LITRO	200 ml/ha	\$23,000	\$23,000	\$23,000	\$23,000	\$23,000
FUNGICIDA 3	CYMOXANIL + MANCOZEB	KILO	6 Kg/ha	\$12,200	\$81,000	\$81,000	\$81,000	\$81,000
FUNGICIDA 4	MANCOZEB	KILO	3 kg/ha	\$13,100	\$42,000	\$42,000	\$42,000	\$42,000
INSECTICIDA	CLORPIRIFOS	KILO	2 Kg/ha	\$6,000	\$36,000	\$36,000	\$36,000	\$36,000
INSECTICIDA 1	METAMIDOFOS	LITRO	0.5 L/ha	\$23,000	\$14,400	\$14,400	\$14,400	\$14,400
INSECTICIDA 2	PERMETRINA	LITRO	1.5 L/ha	\$78,000	\$112,000	\$112,000	\$112,000	\$112,000
HERBICIDA	METRIBUZINA	LITRO	1 L/ha	\$112,000	\$112,000	\$112,000	\$112,000	\$112,000

CABUYA		ROLLO	4	\$30,000	\$120,000	\$120,000	\$120,000	\$120,000
EMPAQUES (FIBRA)		UNIDAD	324	1,00	324000	324000	324000	324000
SUBTOTAL					\$1.578,900	\$1.578,900	\$1.578,900	\$1.578,900
VALOR SUBTOTAL (SUMA DEL 2 AL 4)					\$6.948,900	\$3.749,900	\$4.883,900	\$3.333,900
5. OTROS COSTOS								
ADMINISTRACIÓN C.D 5%			10%		\$1.102,890	\$782,990	\$896,390	\$741,390
ASISTENCIA TECNICA			5%		551,445	391,495	448,195	370,695
ARRIENDO					505,000	505,000	505,000	505,000
SUBTOTAL OTROS COSTOS					\$2.159,531	\$1.679,681	\$1.849,781	\$1.617,281
COSTOS TOTAL POR HA					\$11.028,900	\$7.829,900	\$8.963,900	\$7.413,900

Tabla 24 Resumen costos de producción por dosis de fertilización.

RESUMEN	Dosis 1	Dosis 2	Dosis 3	Dosis 4
1. Rendimiento en kg/ha	21.583	19.167	16.417	14.750
2. Costos de producción (\$/h.)	11.028.900	7.934.900	8.963.900	7.413.900
3. Precio pagado al producto por kilo	1.100	1.100	1.100	1.100
4. Ingreso (\$/h.)= 3*1	28.009.300	26.247.100	18.306,200	15.975.300
5. Utilidad bruta (\$/h.)= 4-2	12.712.400	13.148.800	9.094.800	8.811.100
6. Rentabilidad %	115	165	101	118

Como podemos observar todas las dosis de fertilización fueron productivas, dejando rentabilidad por encima del 100% de costo de inversión (Tabla 25), Para este caso la dosis de mayor rendimiento no fueron los tratamientos que presentaron mayor utilidad debido a que sus costos de producción fueron más elevados, por lo contrario para la dosis de fertilización dos o dosis técnica se mantuvo sobre el promedio de inversión según Agronet 2014 oscilando entre los 7 y 8 millones de pesos por ha, aunque el rendimiento no fue el mayor por su relación costo beneficio se ve reflejado en las entradas netas del ciclo para este cultivo. Con los datos obtenidos se demuestra que una fertilización bajo la dosis de recomendación de análisis de suelo nos genera ganancias en un 165% del total invertido.

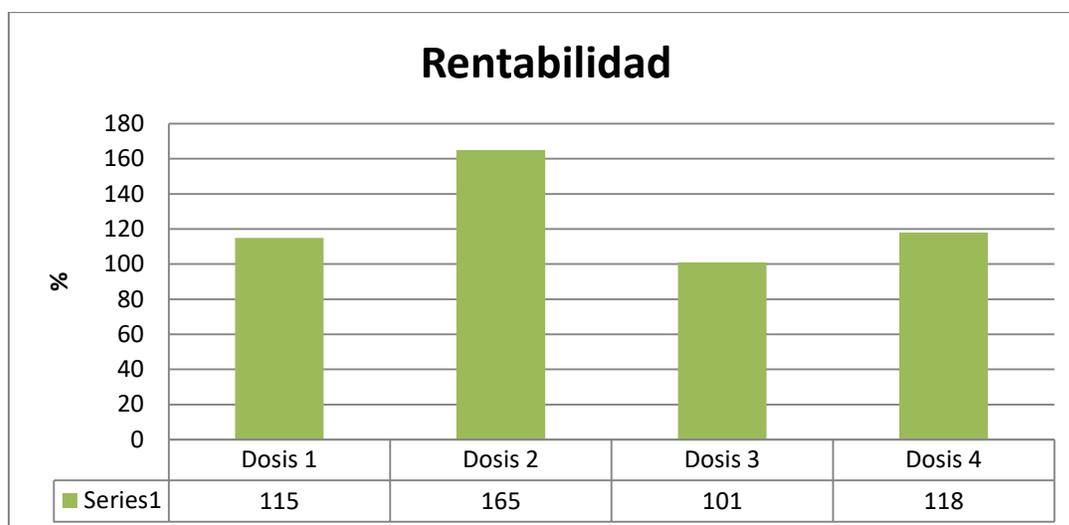


Figura 39 Porcentaje de rentabilidad por dosis de fertilización.

En las siguientes tablas se muestra como quedo distribuido en porcentajes el valor del costo de la producción de una hectárea para los diferentes clones estudiados, mediante los promedios de rendimiento para las diferentes dosis de fertilización, los clones no se tuvieron en cuenta ya que no presentaron diferencia significativa en el rendimiento.

De acuerdo al Consejo Nacional de la Papa (2010), los costos de producción de 1 ha de papa criolla para el año 2008 se situaron en \$8.307.327. De acuerdo con esta misma fuente, el precio promedio de venta a nivel de productor estaba en \$751/ kg. Si se considera un rendimiento promedio de 13 t ha⁻¹, entonces se tiene una rentabilidad aproximada de 18%, y un costo unitario de \$639/ kg. Esta información se constituye en referencia para los análisis económicos aquí desarrollados.

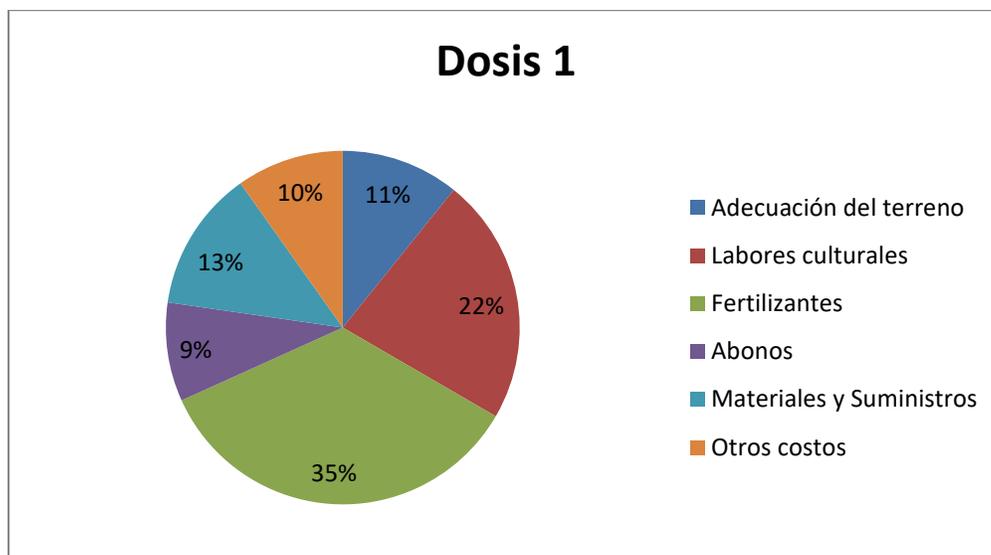


Figura 40 Distribución de porcentajes de costos de producción para fertilización dosis uno.

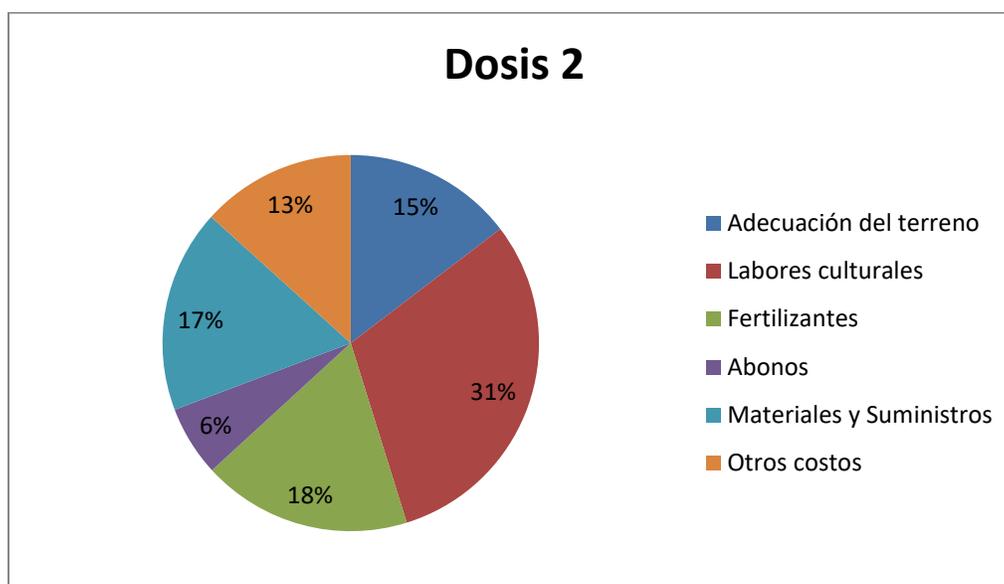


Figura 41 Distribución de porcentajes de costos de producción para fertilización dosis dos.

Podemos observar que la diferencia de los costos de producción radica principalmente en los costos de los fertilizantes debido a las técnicas de fertilización. Aumenta severamente los porcentajes del costo total del fertilizante en la dosis uno o dosis cultural que es la convencional realizada por el agricultor, la dosis dos o la dosis técnica se asemejan los porcentajes del costo del fertilizante en un manejo técnico con fuentes consultadas como la de Agronet.

Conclusiones.

Para la región los tres clones estudiados podrían remplazar a la variedad Colombia, porque presentan rendimientos similares bajo las condiciones de estudio para el municipio de Chitagá.

Un adecuado balance nutricional dentro del cultivo nos genera tubérculos uniformes de alta demanda en el mercado, lo cual le genera al agricultor mayores ingresos.

De acuerdo al análisis económico el sistema de fertilización que presenta mayor rentabilidad es la dosis técnica o dosis dos.

Las variables que afectan en mayor cantidad el rendimiento de la papa criolla son altura de la planta y diámetro del tallo con un porcentaje de 30%.

Para el productor es aconsejable recomendarle un sistema de fertilización generado a partir de los resultados del análisis de suelos, pues le genera una rentabilidad de 160% y reduce los costos en un 30% en relación con la tecnología que emplea tradicionalmente.

Utilizar los requerimientos nutricionales del ICA y el análisis de suelo como base para determinar la cantidad de fertilizante a aplicar.

Para asegurar una producción óptima en cantidad y calidad de papa se sugiere realizar los estudios de suelo para determinar la cantidad de fertilizante a aplicar.

Promover la asistencia técnica orientada por ingenieros agrónomos que eviten la sobre fertilización y los altos costos de producción,

Continuar con los estudios para entregar soluciones a los agricultores y disminuir los costos de producción.

Aumentar las cátedras de estadística dentro del pensum académico para ingeniería agronómica.

Diseñar o adquirir implementos más técnicos para facilitar la toma de datos en campo.

Hacer un manejo integrado para el suelo debido a la alta presencia de chizas, que afectan el rendimiento y la sanidad del cultivo.

Bibliografía

- Agronegocios. (22 de 11 de 2016). *Agronegocios*. Obtenido de Agronegocios Perú:
http://www.agronegociosperu.org/tema/240412_n1.htm
- Alvarado, L., & López, J. (1976). Densidades de Población y Dosis de Fertilización en Papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista COMALFI*, (Colombia) 3(1-2); 2(10-25).
- Barrera, B. (2002). Fertilización del cultivo de la papa en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. . *Monomeros ColomboVenezolano.*, Pág. 47 - 67.
- Bautista, H. F. (2012). *Absorción de nutrientes de la papa diploide (Solanum phureja) variedad Criolla Colombia, como punto de partida para determinar niveles críticos nutricionales*. Tesis de pregrado: Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Becerra, L. E. (2007). *Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar “Criolla Guaneña” en el departamento de Nariño*. Pasto, Nariño.: Revista de la Asociación Latinoamericana de la Papa. 14(1), 51-60.
- Bernardo, G., & Pantoja, C. (2012). *Fertilización del cultivo de la papa en el departamento de Nariño*. Nariño, Pasto.
- Castro, F. H. (1998). *Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas*. Tunja, Boyacá: Instituto Universitario Juan de Castellanos.
- Castro, H. (2005). *Balance y prospectiva de la investigación en el campo de la fertilización para el sistema de la producción de papa en Colombia*. Memorias: I Taller sobre suelo, fisiología y nutrición en el cultivo de papa. CEVIPAPA. Bogotá D.C.
- CEVIPAPA. (18 de 11 de 2016). *Cadena alimentaria de la papa*. Obtenido de
<http://www.cevipapa.org.co/publicaciones/publicaciones.php>
- Cisneros, 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° fase)*. Pamplona, Norte de Santander.
- Enrique, R. L., Núñez, C., & Estrada. (2009). *Criolla latina, Criolla paisa y Criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el departamento de Antioquia (Colombia)*. Medellín, Antioquia.: *Agronomía Colombiana* 27(3).
- Estrada, R. N. (2000). La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. *Plural editores*.
- FAO. (2008). *Año internacional de la papa*. Recuperado el 21 de 09 de 2016, de
www.potato2008.org
- Fedepapa. (2004). *Guía ambiental para el cultivo de la papa. Dirección de desarrollo sectorial sostenible.*, 13.
- Fedepapa. (2010). *Acuerdo de competitividad de la cadena agroalimentaria de la papa en Colombia*. <http://www.fedepapa.com/wp-content/uploads/pdf/ACUERDO-COMPETITIVIDAD-CADENA-AGROALIMENTARIA-PAPA.pdf>.
- García, J. M. (2014). Consumo y Mercadeo de la Papa en Colombia. *XXVI Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa. -ALAP -MEMORIAS* (págs. 74 - 79). Bogotá, Colombia: Asociación Latinoamericana de la Papa.
- García, S. M. (2015). *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*. Tesis de pregrado, Universidad de Pamplona.: Pamplona, Norte de Santander.

- Garrido, V. S. (2008). Interpretación de Análisis de suelo. *Ministerio de Agricultura pesca y ganaderia.*, Hojas Divulgadoras Pag. 5 - 92.
- Gómez, A., & Gómez, S. B. (2014). *Análisis de la cadena productiva de la papa criolla*. Bogotá D.C.
- Gonzales, Y. C. (5 de mayo de 2012). La maravillosa papa criolla. *El nuevo día*.
- Grandet, G., & Lora, R. (1978). Acumulación de materia seca y de varios nutrimentos en tres variedades de papa cultivadas en la serie Mosqueradel Centro experimental Tibaitatá. Pág. 93 - 103 En programa Nacional de Suelos. Informe de Progreso. Instituto Colombiano Agropecuario. *Bogotá D.C.*
- Guerrero, R. R. (1998). Fertilización en cultivos de Clima Frío. *Monómeros Colombo Venezolanos S.A.* , 47 - 67.
- Guerrero, R. R. (2011). *Propiedades generales de los Fertilizantes*. Bogotá Colombia.: Manual Técnico - Monómenos.
- Herreño, E. (2015). *Evaluación de la producción y características del tubérculo de nueve genotipos nativos de papa criolla (solanum phureja juz et buck l.) en el municipio de Mutiscua –Norte de Santander*. Tesis de pregrado: Universidad de Pamplona. Pamplona Norte de Santander.
- Hidalgo, O. (1999). *Producción de tubérculos-semillas de papa*. Lima Perú: Centro Internacional de la Papa.
- Hooker, W. (1981). *Common Scab. Pages 33-34 in: Compendium of Potato Diseases*. W.J. Hooker ed. American Phytopathological Society. St. Paul MN. 125 p.
- Huber, D. (1997). Manejo de la nutrición para el combate de patógenos de plantas. *Agronomía Costarricense. Costa Rica.*, v.2, no.1, p.99-102.
- ICA. (1981). Fertilización en diversos cultivos cuarta aproximación. *Centro Experimental Tibaitata. Colombia. Manual de Asistencia Técnica N° 25*. 57 p.
- ICA. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de papa (Solanum tuberosum subsp. andigena y S. phureja)*. Bogotá D.C.
- Idárraga, P. A. (2011). *Catálogo de plantas vasculares*. Medellín, Antioquia.: Cat. 2: 9–939. Universidad de Antioquia, Medellín.
- Marschner, H. (1995.). Mineral nutrition of higher plants. *Academic Press London*, Pág. 171 - 178.
- Martinez, H. (2005). *La cadena de la papa en Colombia*. Obtenido de Agronet.gov.co: http://agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005112163731_caracterizacion_papa.pdf
- Mendez, P. L., & Gaete, N. (1999). *Principales enfermedades que afectan el cultivo de la papa*. INIA, Carillanca.
- Molina, E. (2003). Fertilizantes Líquidos y para Fertirriego. Centro de Investigaciones Agronómicas. *Universidad de Costa Rica*, Pág. 139.
- Mozquera, C, J. (1992). La modesta papa criolla. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*, 70 Pág.
- Munevar, F. (2004). Relación entre la nutrición y las enfermedades de las plantas. *Palmas -v.25 No Especial, Tomo II* , 171 - 178.
- Muñoz, L. A. (2008). *Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla Solanum phureja*. Nariño, Colombia.
- Ñustez, L. (2011). *Estudios fenotípicos y genéticos asociados a la calidad de la fritura en Solanum phureja Juz et Buk*. Tesis de Doctorado. Facultad de Agronomía: Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia.

- Ñústez, L. C. (2011). *Variedades colombianas de papa*. Bogotá D.C. Colombia: Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Agronomía Sede Bogotá. 82
- Piñeros, N. C. (2009). *Recopilación de la investigación del sistema productivo Papa Criolla*. Departamento de Cundinamarca, Fedepapa.: Bogotá D.C Pág 45-48.
- Plan de desarrollo Municipal. (2014). *Experiencia a su servicio*. Norte de Santander.: Chitagá.
- Potato. (2008). Año internacional de la papa. *Potato2008*, www.potato2008.org.
- Rincón, G. N., Olarte, Q. M., & Perez, N. J. (2012). Determinación del Área Foliar en Fotografías Tomadas con una Cámara Web, un Teléfono Celular o una Cámara Semiprofesional. *Facultad Nacional Agraria*, 6398 - 6405.
- Rodriguez, J. (2002). *Efecto a la aplicación del grado fertilizante 12-34-12 sobre rendimiento y calidad de la papa criolla Solanum phureja var Yema de Huevo en un Humic pachic Dystrudept de Cundinamarca*. Bogotá. 61 p.: Facultad de Ingenierías. Institución Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales.
- Rodríguez, M. L. (2014). *Pruebas de evaluación agronómica (PEA) de genotipos de papa criolla (Solanum tuberosum Grupo Phureja) para la región natural andina, subregión natural Nudo de los Pastos*. Bogotá D.C: Informe de Resultados. Universidad Nacional de Colombia.
- Santamaría, M. G. (2010). *Evaluación de la producción limpia de papa criolla (Solanum phureja) en Madrid Cundinamarca*. Bogotá D.C: Inventum 9°.
- Vargas, A. (2010). *Respuesta de la colección central colombiana de Solanum phureja de la Universidad Nacional de Colombia a la infección con Potato Yellow Vein Virus (PYVV)*. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias - Enfoque en Fitopatología, Facultad de Agronomía: Universidad Nacional de Colombia.
- Villamizar, L. F. (2015). *Comparación del potencial de rendimiento de diez clones nativos de papa criolla en dos ciclos productivos en el municipio de Chitagá, Norte de Santander*. Tesis de pregrado.: Universidad de Pamplona, Pamplona Norte de Santander.
- Villareal, H. (2014). *Documentos de Trabajo de la Secretaría Técnica del Consejo Nacional de la Papa*. Colombia.
- Yara Colombia. (2009). *Yara*. Recuperado el 28 de 10 de 2016, de <http://www.yara.com.co/crop-nutrition/crops/papa/informacion-esencial/>
- Yara, CheckIT. (1.0). *Yara Knowledge grows*. Yara Colombia.: Android App. Play store. Versión 1.0.
- Zuluaga, C. C. (2003). Identificación de chizas (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas a pasto “Kikuyo” (*Pennisetum clandestinum* Hoehst) Y papa (*Solanum tuberosum* Linneo) Y sus posibles enemigos naturales. *Trabajo de pregrado. Universidad nacional de Colombia.*, Bogotá, Cundinamarca.

Anexo 1 Análisis desuelo

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUELOS

AGRICULTOR: Alberto Villamizar FECHA ANÁLISIS: 1-dic.-2014
 FINC
 A: Hacienda Carrillo VEREDA: Carrillo MUNICIPIO _____
 ALTURA (M.S.N.M.) _____ ÁREA: 800m2 TOPOGRAFÍA: Montaña CULTIVO: Papa Criolla
 CÓDIGO REGIONAL **144** REGIÓN **Santanderes** CLIMA: **Frío** MUESTRA N° 2
 3

CALIBRACIÓN ANÁLISIS SEGÚN 5ª **Papa**
 APROXIMACIÓN PARA CULTIVOS DE:

ANÁLISIS DE FERTILIDAD									
	PH	M.O (%)	Fósforo (p.m.m.)	Aluminio (meq/100 g)	Potasio	Calcio	Magnesio	Sodio	Bases Totales
RESULTADO	5,75	2,19	101,10	0,00	0,19	3,63	0,72	0,04	4,58
VALORACIÓN	Moderadamente ácido	Muy bajo	Alto	Probablemente no hay problemas con el aluminio. Evaluar % de saturación de Al.	Bajo	Medio	Bajo	Nivel normal	Bajo
PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE BASES									
	RESULTADO CALCULADO			0,00	4,15	79,26	15,72	0,87	100,00
	VALORACIÓN			&	Alto	Muy alto	Medio	Normal (No sódico)	Alto

ELEMENTOS MENORES							OTRAS DETERMINACIONES			
	Boro	Cobre	Manganeso	Hierro	Cinc	Molibdeno	CICA (meq/100 g)	C.E. (mmhos/cm)	CIC efectiva (meq/100 g)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva
RESULTADO	0,29	3,50	2,00	200,00	2,30			0,17	4,58	0,00
Valoración	Medio	Alto	Bajo	Alto	Medio	x	x	No salino	&	Normal. Sin problemas

RELACIONES ENTRE CATIONES						
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	$\frac{(Ca + Mg)}{K}$	$\frac{(Ca+Mg+K)}{Al}$	RAS
RESULTADO	5,04	3,79	19,11	3,79	x	0,03
Valoración	Deficiencia de Mg	Aceptable	Margen adecuado para K	Dentro del margen adecuado para el K	x	NORMAL

TEXTURA				
% DE ARCILLA	% DE LIMO	% DE ARENA	TEXTURA CALCULADA	TEXTURA ESTIMADA AL TACTO
			x	Arcillo arenoso



**GALLINAZA
FICHA TECNICA**

DESCRIPCION:

GALLINAZA COMPOSTADA: Acondicionador orgánico – mineral para aplicación al suelo, según recomendaciones de un ingeniero agrónomo, con base en el análisis de suelos o del tejido foliar.

PRESENTACION:

Bulto * 50 Kilos

COLOR: Solido café

COMPOSICION GARANTIZADA:

Fosfato total (P2O5).....	5.00 %
Potasio total (K2O).....	3.60 %
Calcio (CAO)	19 %
Carbonato orgánico oxidable total	12.10%
Relación carbono nitrógeno	7 %
Cenizas	42.60 %
Humedad máxima	15.00 %
PH	8.00 %
Densidad a 20 grad. (Base seca)	0.83 g/cm3
Capacidad de intercambio cationic	30.9 meq / 100g
Capacidad de retención de agua	98.60 %
Conductividad eléctrica.....	33.30 DS/m

CONTENIDO DE AGENTES PATOGENOS:

Salmonella sp	Ausente en 25g de producto.
Entero bacterias	Menos de 1000 UFC/g de producto.

Fuentes: Compost a partir de gallinaza de jaula y gallinaza de piso, viruta o aserrín y carbonato de calcio.

REGISTRO ICA: 5830



EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO DE CUATRO CLONES DE PAPA CRIOLLA (Solanum phureja Juz et Buk) EN EL MUNICIPIO DE CHITAGÁ, NORTE DE SANTANDER.
PORCENTAJE DE GERMINACIÓN (o D.D.S) - JHONATAN LARA LÓPEZ



P6	16	P5	16	P4	15	P3	16	P2	16	P1	16
	16		16		14		15		15		15
	16		15		14		16		16		14
P7	15	P8	14	P9	16	P10	15	P11	15	P12	11
	14		15		16		15		16		12
	16		13		16		15		16		9
P18	16	P17	16	P16	16	P15	15	P14	16	P13	10
	16		14		14		15		16		15
	15		16		16		16		15		15
P19	14	P20	16	P21	13	P22	16	P23	16	P24	16
	16		15		15		16		15		15
	13		14		12		16		15		15
P30	16	P29	15	P28	14	P27	16	P26	15	P25	15
	15		16		15		16		15		15
	16		16		15		16		15		15
P31	15	P32	16	P33	15	P34	15	P35	13	P36	16
	15		15		16		16		15		16
	15		15		15		16		15		15
P42	14	P41	16	P40	11	P39	13	P38	16	P37	16
	16		14		10		16		15		15
	16		16		10		14		14		16
P43	16	P44	15	P45	16	P46	15	P47	14	P48	14
	16		16		15		16		14		12
	14		15		16		16		14		13

% Germinación Clon 1	90,8
% Germinación Clon 2	92



% Germinación Clon 5	95,1
% Germinación Clon 9	95,8

Total Plantas Germinadas	2153
--------------------------	------

% Germinación Total	93,4
---------------------	------

ÁREA FOLIAR - HACIENDA CARRILLO - CHITAGÁ														
JHONATAN LARA LÓPEZ														
P6	A	It	1	Nh1	A1	22	Nh2	A2	56	Nh3	A3	118	Borr. Total P. 3113	
	A	It	2	Nh1	A1	18	Nh2	A2	54	Nh3	A3	75		Borr. Total P. 2110
	A	It	3	Nh1	A1	17	Nh2	A2	45	Nh3	A3	67		
P5	A	It	1	Nh1	A1	4.1	Nh2	A2	28	Nh3	A3	69	Borr. Total P. 1165	
A	It	2	Nh1	A1	3.3	Nh2	A2	48	Nh3	A3	37	Borr. Total P. 2110		
A	It	3	Nh1	A1	15	Nh2	A2	34	Nh3	A3	52			
P4	A	It	1	Nh1	A1	17	Nh2	A2	43	Nh3	A3		68	Borr. Total P. 1754
A	It	2	Nh1	A1	3.9	Nh2	A2	66	Nh3	A3	100	Borr. Total P. 3306		
A	It	3	Nh1	A1	8.5	Nh2	A2	135	Nh3	A3	84			
P3	A	It	1	Nh1	A1	14	Nh2	A2	51	Nh3	A3		59	Borr. Total P. 1468
A	It	2	Nh1	A1	4.4	Nh2	A2	52	Nh3	A3	53	Borr. Total P. 1568		
A	It	3	Nh1	A1	37	Nh2	A2	82	Nh3	A3	57			
P2	A	It	1	Nh1	A1	36	Nh2	A2	29	Nh3	A3		88	Borr. Total P. 1419
A	It	2	Nh1	A1	9	Nh2	A2	18	Nh3	A3	35	Borr. Total P. 663		
A	It	3	Nh1	A1	8.6	Nh2	A2	27	Nh3	A3	29			
P1	A	It	1	Nh1	A1	30.1	Nh2	A2	52.4	Nh3	A3		129.4	Borr. Total P. 1724
A	It	2	Nh1	A1	13.73	Nh2	A2	41	Nh3	A3	89.07	Borr. Total P. 4038		
A	It	3	Nh1	A1	29.32	Nh2	A2	85.92	Nh3	A3	121.5			
P7	A	It	1	Nh1	A1	24	Nh2	A2	43	Nh3	A3		125	Borr. Total P. 2753
	A	It	2	Nh1	A1	19	Nh2	A2	44	Nh3	A3	133	Borr. Total P. 2416	
	A	It	3	Nh1	A1	17	Nh2	A2	65	Nh3	A3	159		
P8	A	It	1	Nh1	A1	16	Nh2	A2	49	Nh3	A3	104		Borr. Total P. 2416
A	It	2	Nh1	A1	28	Nh2	A2	79	Nh3	A3	127	Borr. Total P. 2807		
A	It	3	Nh1	A1	9.7	Nh2	A2	63	Nh3	A3	51			
P9	A	It	1	Nh1	A1	6.8	Nh2	A2	36	Nh3	A3		67	Borr. Total P. 2012
A	It	2	Nh1	A1	7.7	Nh2	A2	70	Nh3	A3	77	Borr. Total P. 1944		
A	It	3	Nh1	A1	54	Nh2	A2	57	Nh3	A3	77			
P10	A	It	1	Nh1	A1	25	Nh2	A2	36	Nh3	A3		103	Borr. Total P. 1814
A	It	2	Nh1	A1	26	Nh2	A2	45	Nh3	A3	99	Borr. Total P. 1338		
A	It	3	Nh1	A1	22	Nh2	A2	57	Nh3	A3	93			
P11	A	It	1	Nh1	A1	15	Nh2	A2	25	Nh3	A3		109	Borr. Total P. 2138
A	It	2	Nh1	A1	19	Nh2	A2	39	Nh3	A3	100	Borr. Total P. 1338		
A	It	3	Nh1	A1	17	Nh2	A2	48	Nh3	A3	102			
P12	A	It	1	Nh1	A1	12.85	Nh2	A2	32.87	Nh3	A3		88.76	Borr. Total P. 1581
A	It	2	Nh1	A1	11.99	Nh2	A2	37.62	Nh3	A3	87.55	Borr. Total P. 1686		
A	It	3	Nh1	A1	13.06	Nh2	A2	42.92	Nh3	A3	78.63			
P13	A	It	1	Nh1	A1	14	Nh2	A2	36	Nh3	A3		95	Borr. Total P. 3005
	A	It	2	Nh1	A1	15	Nh2	A2	63	Nh3	A3	159	Borr. Total P. 3005	
	A	It	3	Nh1	A1	20	Nh2	A2	51	Nh3	A3	101		
P14	A	It	1	Nh1	A1	16	Nh2	A2	56	Nh3	A3	108		Borr. Total P. 3054
A	It	2	Nh1	A1	17	Nh2	A2	43	Nh3	A3	106	Borr. Total P. 2941		
A	It	3	Nh1	A1	20	Nh2	A2	51	Nh3	A3	101			
P15	A	It	1	Nh1	A1	15	Nh2	A2	48	Nh3	A3		99	Borr. Total P. 1437
A	It	2	Nh1	A1	34	Nh2	A2	39	Nh3	A3	75	Borr. Total P. 1944		
A	It	3	Nh1	A1	16	Nh2	A2	39	Nh3	A3	100			
P16	A	It	1	Nh1	A1	20	Nh2	A2	52	Nh3	A3		129	Borr. Total P. 2027
A	It	2	Nh1	A1	15	Nh2	A2	52	Nh3	A3	129	Borr. Total P. 2187		
A	It	3	Nh1	A1	25	Nh2	A2	57	Nh3	A3	129			
P17	A	It	1	Nh1	A1	16	Nh2	A2	46	Nh3	A3		99	Borr. Total P. 2187
A	It	2	Nh1	A1	23	Nh2	A2	66	Nh3	A3	122	Borr. Total P. 2511		
A	It	3	Nh1	A1	20	Nh2	A2	35	Nh3	A3	79			
P18	A	It	1	Nh1	A1	14	Nh2	A2	36	Nh3	A3		95	Borr. Total P. 1897
A	It	2	Nh1	A1	14	Nh2	A2	45	Nh3	A3	94	Borr. Total P. 1897		
A	It	3	Nh1	A1	11.86	Nh2	A2	35	Nh3	A3	69.99			
P19	A	It	1	Nh1	A1	12	Nh2	A2	32	Nh3	A3		70	Borr. Total P. 2184
A	It	2	Nh1	A1	13	Nh2	A2	32	Nh3	A3	94	Borr. Total P. 2970		
A	It	3	Nh1	A1	15	Nh2	A2	51	Nh3	A3	101			
P20	A	It	1	Nh1	A1	18	Nh2	A2	67	Nh3	A3		133	Borr. Total P. 1944
A	It	2	Nh1	A1	19	Nh2	A2	70	Nh3	A3	99	Borr. Total P. 1944		
A	It	3	Nh1	A1	16	Nh2	A2	39	Nh3	A3	100			
P21	A	It	1	Nh1	A1	14	Nh2	A2	45	Nh3	A3		99	Borr. Total P. 2431
A	It	2	Nh1	A1	16	Nh2	A2	60	Nh3	A3	111	Borr. Total P. 2921		
A	It	3	Nh1	A1	25	Nh2	A2	52	Nh3	A3	103			
P22	A	It	1	Nh1	A1	20	Nh2	A2	75	Nh3	A3		146	Borr. Total P. 3193
A	It	2	Nh1	A1	8.4	Nh2	A2	87	Nh3	A3	100	Borr. Total P. 2667		
A	It	3	Nh1	A1	11	Nh2	A2	67	Nh3	A3	88			
P23	A	It	1	Nh1	A1	16	Nh2	A2	35	Nh3	A3		84	Borr. Total P. 1957
A	It	2	Nh1	A1	19	Nh2	A2	34	Nh3	A3	93	Borr. Total P. 2556		
A	It	3	Nh1	A1	21	Nh2	A2	46	Nh3	A3	103			
P24	A	It	1	Nh1	A1	28.45	Nh2	A2	68	Nh3	A3		104	Borr. Total P. 3670
A	It	2	Nh1	A1	34.53	Nh2	A2	88	Nh3	A3	76.45	Borr. Total P. 1493		
A	It	3	Nh1	A1	13.56	Nh2	A2	44	Nh3	A3	58.54			

