

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

**Convenio N° 1828-09-2014
CORPOICA – Universidad de Pamplona**

**Luisa Fernanda Villamizar Carrillo
Cód. 1116862474**

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

**Codirector:
I.A MsC. Leonel Gustavo Alzate Díaz
Investigador Corpoica**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Departamento de Ingeniería Agronómica
Trabajo de Grado – Modalidad Investigativa
Diciembre de 2015**

Trabajo de grado presentado para obtener el título de Ingeniera Agrónoma

Universidad de Pamplona, Pamplona Norte de Santander

A Dios.

Por la salud, la fortaleza, la sabiduría, la dedicación y el compromiso por hacer de mí cada día una mejor persona. Por no haberme dejado derrumbar ante los problemas para poder formarme como profesional íntegra.

A mi madre, Zulima Esperanza Carrillo Lamus.

Por creer en mí, por la dedicación y la lucha que siempre la ha caracterizado para formarnos como personas de bien... Gracias por su amor Maaa!!

A mi hija, María Camila.

Gracias a ti princesa soy lo que soy. Tú mi motivo de lucha, la razón por la que quiero levantarme todos los días de mi vida y así poder formarte como una persona de bien.

A mi amor, Eduardo Herreño Otero.

Por tu amor, paciencia, por estar conmigo en las buenas y en las malas y sobre todo por aceptarme en tu vida. Eres esa persona que me cambió, que creyó en mí y no me dejó sola a pesar de todas las circunstancias que hemos pasado juntos. Gracias mi H!!

A el señor, Jesús Darío Herreño.

Por sus consejos, por ser como el papá que nunca tuve, por apoyarnos incondicionalmente y por haberme aceptado en la vida de su hijo.

A mis hermanos.

A usted indio (Diego Villamizar) por su apoyo incondicional.

Finalmente,

A ti mi vieja, María Vidalia Lamus Gelvez (QEPD)

Un ángel que me cuida y me protege desde el cielo.

A Dios por demostrarme tantas veces su existencia y con ello darme fuerzas para salir adelante, por todas las pruebas superadas que contribuyeron con mi formación académica, personal y profesional.

A mi madre Por haberme dado empujones inicialmente para poder formarme como profesional y creer en mí sin importar mis errores cometidos.

A mi Niña María Camila, porque jamás se cansó de esperarme, por ser una niña maravillosa.

A mi Herreñito, por estar conmigo, por ser mi apoyo en esta etapa de nuestras vidas que compartimos juntos, por su apoyo incondicional.

A mis familiares, A mi hermano Diego su esposa Marcy Torres y mi sobrina Emily Avril, a mi Abuela Vidalita Lamus (QEPD), A mi abuelo Fabio Carrillo, por estar pendiente de mí en todas las etapas de mi carrera. A todos aquellos que participaron directa o indirectamente durante mi formación profesional y personal. ¡Muchas Gracias a ustedes!

Al Docente César Villamizar Quiñones, director de mi trabajo de grado, por sus consejos, su apoyo, compañía y sugerencias durante este proceso. Por la paciencia y por ser una guía durante este trabajo. Sobre todo por la disciplina y el compromiso con la investigación. ¡Gracias Profe!

Al señor Alberto Villamizar, por creer en la investigación y habernos dado la oportunidad de entrar a finca para poder llevar a cabo este proyecto de investigación.

A CORPOICA, y a la Dra. María del Socorro Cerón investigadora principal de la primera fase de la prueba de evaluación agronómica. Al Ing. Gustavo Alzate por acompañarnos como investigador principal en la segunda fase de Pruebas de evaluación agronómica, a Baltazar Coronel por su apoyo durante las cosechas. Finalmente a Camilo Martínez también por ayudarnos en las pruebas y en la parte administrativa del proyecto. Gracias por permitirme hacer parte del convenio de investigación con la Universidad de Pamplona.

A la Docente Gladys Montañez, por la colaboración en el análisis estadístico de los datos de este trabajo de investigación.

A la academia, con todos los profesores que hicieron parte de mi formación académica, profesional y personal.

*Gracias una vez más a todas las personas que directa e indirectamente hicieron parte de mi formación como Ingeniería Agrónoma. Hoy puedo decir con la ayuda de Dios **¡ME GRADUARÉ!***

Tabla de Contenidos

VI

Capítulo 1. Introducción e información general	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.3. Justificación.	7
1.4. Delimitación.....	11
1.4.1. Area de estudio y condiciones edafoclimáticas	11
1.4.2. Caracterización física del municipio.....	12
1.4.2.1. Análisis climático	12
1.5. Objetivos.....	14
1.5.1. Objetivo general.....	14
1.5.2. Objetivos específicos.....	14
Capítulo 2. Marco de referencia	15
2.1. Antecedentes	15
2.1.1. Identificación y análisis de la variabilidad morfológica de 59 cultivares de papa criolla (<i>Solanum phureja</i>)	15
2.1.2. Pruebas de evaluación agronómica (PEAs) de genotipos de papa criolla para la región natural Nudo de los pastos	15
2.1.3. Evaluación de la producción y características del tubérculo de nuevo genotipos nativos de papa criolla (<i>Solanum phureja</i>) en el municipio de Mutiscua	16
2.1.4. Criolla latina, criolla paisa y criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el departamento de Antioquia	17
2.1.5. Evaluación de cinco genotipos promisorios de papa <i>Solanum tuberosum</i>	18
Andígena según desempeño agronómico y calidad industrial	18
2.2. Marco contextual.	19
2.2.1. Límites geográficos.....	19
2.2.2. Ubicación geográfica del proyecto.	20
2.2.3. Coordenadas.....	20
2.2.4. Beneficiarios de la cadena de la papa.	20
2.3. Marco teórico.	21
2.3.1. Generalidades.....	21
2.3.2. Descripción de la variedad.....	21
2.3.3. Clasificación taxonómica.....	22
2.3.4. Condiciones de desarrollo para el cultivo.....	23
2.3.5. Morfología de la planta.....	23
2.3.6. Etapas fenológicas de la planta.....	27
2.3.7. Variedad criolla Colombia.....	29
2.3.8. Caracterización socioeconómica de la región.....	29
2.4. Marco legal.	32
2.4.1. Resolución ICA 04000.....	32
2.4.2. Acuerdo No. 186 de la Universidad de Pamplona.....	32
Capítulo 3. Metodología.	34
3.1. Localización	34
3.2. Datos del material vegetal.....	34
3.3. Diseño experimental	35

3.4. Recolección de datos y evaluación en campo.....	37
3.4.1. Altura de la planta.....	38
3.4.2. Número de tallos.....	38
3.4.3. Largo y ancho de la hoja.....	39
3.4.4. Rendimiento.....	39
3.5. Manejo agronómico.....	40
3.6. Análisis estadístico de los datos.....	40
Capítulo 4. Resultados y discusión.....	42
4.1. Numero de tubérculos por tamaño en categorías.....	42
4.1.2. Peso de tubérculos por tamaño en categorías.....	44
4.1.2.1. Estadísticos descriptivos ciclo I.....	44
4.1.2.2. Estadísticos descriptivos ciclo I.....	45
4.1.2.3. Análisis de varianza para peso por categorías, ciclo y clon.....	46
4.1.2.4. Prueba de comparación múltiple.....	47
4.2. Rendimiento.....	49
4.2.1. Análisis de varianza de dos factores para rendimiento.....	50
4.2.2. Prueba de comparaciones múltiples.....	50
4.3. Variables agronómicas que influyen en el rendimiento de los clones.....	54
4.3.1. Estadísticos descriptivos.....	54
4.3.2. Matriz de correlaciones.....	54
4.3.3. Regresión lineal con todas las variables.....	54
4.3.4. Análisis de varianza en la regresión lineal.....	55
4.3.5. Mejor modelo de regresión.....	56
4.3.6. Regresión con las variables influyentes.....	56
4.4. Ficha técnica de los clones con mejor rendimiento.....	57
Conclusiones.....	62
Recomendaciones.....	63
Lista de referencias.....	64
Anexos.....	67

Tabla 1. <i>Departamentos productores de papa criolla en el país</i>	8
Tabla 2. <i>Clasificación taxonómica de la papa criolla</i>	22
Tabla 3. <i>Etapas de desarrollo de la papa criolla</i>	28
Tabla 4. <i>Área cosechada, producción y rendimiento de papa criolla en el país</i>	31
Tabla 5. <i>Registro y origen de colecta de clones nativos de papa criolla</i>	35
Tabla 6. <i>Genealogía de los clones</i>	36
Tabla 7. <i>Distribución de los clones en el diseño experimental</i>	36
Tabla 8. <i>Variables morfológicas de Solanum phureja</i>	41
Tabla 9. <i>Datos peso de tubérculos por categorías ciclo I</i>	44
Tabla 10. <i>Datos peso de tubérculos por categorías ciclo II</i>	45
Tabla 11. <i>Análisis de varianza de peso por categorías, ciclo y clon</i>	46
Tabla 12. <i>Prueba Tukey peso por ciclos</i>	47
Tabla 13. <i>Prueba Tukey peso por clon</i>	47
Tabla 14. <i>Prueba Tukey peso por categoría</i>	48
Tabla 15. <i>Análisis de varianza de dos factores de rendimiento por ciclo y clon</i>	50
Tabla 16. <i>Prueba Tukey rendimiento por ciclo</i>	50
Tabla 17. <i>Prueba Tukey rendimiento por clon</i>	51
Tabla 18. <i>Datos de variables morfológicas</i>	54
Tabla 19. <i>Matriz de correlaciones</i>	54
Tabla 20. <i>Regresión lineal de mínimos cuadrados de rendimiento</i>	55
Tabla 21. <i>Análisis de varianza en la regresión lineal</i>	55
Tabla 22. <i>Mejor modelo de regresión de subconjuntos de rendimiento</i>	56
Tabla 23. <i>Regresión lineal de mínimos cuadrados de variables morfológicas</i>	57

Lista de figuras

IX

<i>Figura 1.</i> Área cosechada y producción de papa.....	8
<i>Figura 2.</i> Mapa geográfico del municipio de Chitagá.....	19
<i>Figura 3.</i> Planta de papa <i>Solanum tuberosum</i>	24
<i>Figura 4.</i> Fenología de la papa.....	27
<i>Figura 5.</i> Variedad de papa criolla Colombia.....	29
<i>Figura 6.</i> Descripción del diseño de cada parcela.....	37
<i>Figura 7.</i> Medición de la altura de la planta.....	38
<i>Figura 8.</i> Medición del número de tallos.....	38
<i>Figura 9.</i> Medición largo y ancho de la hoja.....	39
<i>Figura 10.</i> Cosecha de papa criolla.....	39
<i>Figura 11.</i> Número de tubérculos por tamaño de papa criolla ciclo I.....	43
<i>Figura 12.</i> Número de tubérculos por tamaño de papa criolla ciclo II.....	43
<i>Figura 13.</i> Peso de tubérculos por tamaño de papa criolla ciclo I.....	45
<i>Figura 14.</i> Peso de tubérculos por tamaño de papa criolla ciclo II.....	46
<i>Figura 15.</i> Peso promedio por ciclo en categorías.....	49
<i>Figura 16.</i> Rendimiento de la papa criolla en dos ciclos productivos comparado con el rendimiento de Norte de Santander y el promedio Nacional.....	49
<i>Figura 17.</i> Datos climáticos para el municipio de Chitagá - 2015.....	52
<i>Figura 18.</i> Rendimiento de papa criolla en dos ciclos productivos.....	52
<i>Figura 19.</i> Ficha técnica con descripción morfológica para el clon 2.....	59
<i>Figura 20.</i> Ficha técnica con descripción morfológica para el clon 9.....	60
<i>Figura 21.</i> Ficha técnica con descripción morfológica para el clon 8.....	61

Lista de Anexos

X

Anexo 1. Análisis de suelo.....	67
Anexo 2. Plano de la parcela ciclo I	67
Anexo 3. Plano de la parcela ciclo II	68
Anexo 4. Libros de campo	62
Anexo 5. Formato libro de campo variables morfológicas.....	69
Anexo 6. Formato libro de campo rendimiento I.....	70
Anexo 7. Estadísticos descriptivos número de tubérculos ciclo I.....	70
Anexo 8. Estadísticos descriptivos número de tubérculos ciclo II	71
Anexo 9. Supuestos de normalidad Anova peso por categorías	71
Anexo 10. Supuestos de normalidad Anova para rendimiento.....	71

Introducción e información general

1.1.Introducción

La cuna de la papa está en América del Sur, pero esta región tiene el nivel más bajo de producción de papa, de menos de 16 millones de toneladas en 2007. Para la mayoría de los pequeños campesinos de la región andina, la papa sigue siendo un cultivo tradicional y se cultiva con otras especies de papa desconocidas en el resto del mundo. En otros países, como Argentina, Brasil, Colombia y México, está aumentando la producción comercial a gran escala.

La papa ha sido clasificada como *Solanum phureja* (Hawkes, 1990), *Solanum tuberosum* Grupo phureja (Huamán y Spooner, 2002), y recientemente como *Solanum tuberosum* Grupo Andígena (Spooner *et al.*, 2007). Este grupo está conformado por un conjunto de variedades nativas de papa que crecen extensamente en los andes desde el occidente de Venezuela hasta el centro de Bolivia. (Ghislain *et al.*, 2006). En Colombia, el nombre de papa criolla corresponde a los morfotipos que presentan tubérculos con color de piel y carne amarilla (fenotipo yema de huevo). El cultivo de papa en Colombia para el año 2013 se desarrolló en cerca de 133.865 hectáreas con una producción de 13.7 ton/ha, de las cuales la papa diploide (papa criolla) representa aproximadamente el 6% del área sembrada, con exportación cercanas a 1.000 t/año. (Fedepapa, 2014). Colombia es el mayor productor, consumidor y exportador de papas diploides en el mundo; tiene una ventaja competitiva notable en razón de ser centro de diversidad y poseer gran aceptación por los consumidores debido a las características organolépticas y nutricionales del tubérculo. Adicionalmente, en el país se ha desarrollado una amplia tradición como cultivo tecnificado con potencial de industrialización y exportación. (Ñústez, 2009)

Carmona, citado por (Ñústez, 2009). Señala que la papa criolla se produce en diferentes regiones de Colombia, principalmente en los valles interandinos. Su calidad depende del microclima, altitud, radiación solar y humedad durante el ciclo de producción. Las principales fortalezas de la papa criolla son: el alto valor nutricional, el buen sabor, el ciclo de vida corto, inferiores costos de producción y un alto potencial de exportación como producto exótico procesado. Los problemas del producto tienen que ver con el alto grado de mezcla de tubérculos de las variedades nativas y la heterogeneidad en tamaño del mismo y la alta perecebilidad, entre otros (Ligarreto *et al.*, 2003).

La producción de papa reviste gran importancia en la economía del Norte de Santander de cuya actividad dependen 2500 familias aproximadamente. Además, se desarrolla en pequeñas extensiones de tierra o parcelas con mano de obra familiar, donde la mujer participa en forma activa, específicamente en los procesos de selección, clasificación y empaque. Sin embargo, aún prevalecen formas de trabajo muy tradicionales como el jornal devuelto.

Los productores del municipio de Chitagá presentan condiciones ventajosas frente a los demás municipios, puesto que cuentan con riego natural que les permite producir en cualquier época del año sin depender de las épocas de lluvia. Siendo el municipio de Chitagá productor de papa criolla se incluye en el marco del convenio celebrado entre CORPOICA – Unipamplona, cuya finalidad es proporcionar a los agricultores no solo del municipio sino de la región nuevas variedades de papa criolla con alto potencial de rendimiento en tubérculo.

El objetivo principal del presente trabajo de investigación fue comparar el potencial de rendimiento de diez clones nativos de papa criolla en dos ciclos productivos en el municipio de Chitagá, estos provenientes del banco de germoplasma del Centro de Investigación Tibaitatá de CORPOICA (Mosquera – Cundinamarca).

La descripción de las variables morfológicas, se realizó siguiendo los criterios de la “Guía 3 para las caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papas nativas” propuesta por el Centro Internacional de la Papa (CIP, 2000), el registro de los datos se hizo en libros de campo proporcionados por CORPOICA.

1.2. Planteamiento y descripción del problema

4

El rendimiento de papa criolla en Colombia es variable. El principal productor de papa criolla es Cundinamarca, con una producción de 44.921 ton/ha. El promedio nacional de producción de papa criolla a nivel país, es afectado por algunos departamentos como el Meta y Chocó donde reportan 1 ha en datos de área cosechada, estos con un rendimiento promedio de 7.5 ton/ha. Es por ello que el promedio reportado por AGRONET de producción en Colombia para el año 2013 es de 13.7 ton/ha. El departamento de Norte de Santander se encuentra en el sexto lugar con un 9.92% en la cadena productiva de la papa criolla en el país, con un área cosechada de 637 ha con una producción de 13.698 ton/ha. Con un rendimiento de 21.5 Ton/ha. El área cosechada en el municipio de Chitagá es de 40 hectáreas, con un rendimiento aproximado de 18 toneladas/hectárea, (Alberto Villamizar, comunicación personal, 08 de enero de 2015) encontrándose por debajo del promedio departamental pero superando al promedio nacional establecido para el año 2013.

La investigación, en materiales genéticos de papa para la región se perdió después de las décadas de los 80 y 90 en donde el Programa Nacional de Tuberosas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en convenio Centro Internacional de la Papa (CIP) realizaban pruebas regionales que permitieron lanzar dos variedades: la ICA Chitagá y la ICA Mutiscua (*Solanum tuberosum*). En papa criolla, las investigaciones han sido nulas. Según el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Chitagá 2012-2016, todas las veredas de este municipio son productoras de papa. Es por ello, que el cultivo de papa representa gran parte de la viabilidad económica del municipio. Entre las limitante de producción de papa criolla en el municipio se destacan: fluctuación de precios, alta inversión en insumos, especialmente agroquímicos, escasez de recursos de tierra y capital, alta dependencia de crédito y poca disponibilidad del

mismos. Además, baja organización comunitaria. La mayoría de productores son pequeños propietarios con baja disponibilidad de recursos, lo que hace a los agricultores dependientes del crédito y por consiguiente limita la posibilidad de mejorar las condiciones productivas del sistema. Existen otros factores externos que afectan el sistema de producción como, problemas de orden público en algunas zonas productoras, lo que ha propiciado un desplazamiento de la mano de obra, hecho que ocasiona escasez de la misma, especialmente en épocas de cosecha. 5

En cuanto a las condiciones climáticas el municipio de Chitagá cuenta con un sistema climático monomodal, es decir, una época de verano y una de lluvia. Esto afecta la producción de papa criolla, ya que los rendimientos son variables de acuerdo a las condiciones ambientales. La única variedad de papa criolla que se siembran en el municipio es la variedad criolla Colombia “Yema de Huevo” la cual ha disminuido notoriamente su potencial de rendimiento, posiblemente por el poco uso y disponibilidad de semilla certificada, arraigado por la sobre utilización de semillas producidas en los mismos predios. Estas posibles razones afectan el potencial genético, generando contaminación, diseminación de enfermedades y asociado con un inadecuado manejo agronómico.

Con la culminación de este proyecto de investigación, que hace parte una de las fases de Pruebas de Evaluación Agronómica (PEAs) se pretende contribuir a superar la problemática que se está presentado en el municipio de Chitagá. Ya que serán seleccionados los clones que obtengan mejor rendimiento y posteriormente serán sometidos a ensayos de selección masal, para realizar pruebas de fertilización y densidades de siembra para el año 2016. Este proyecto de investigación se deriva de un convenio entre CORPOICA y la universidad de Pamplona, cuya finalidad del convenio es lanzar una variedad de papa criolla para el año 2017 con altos potenciales de rendimiento y comercialización para consumo en fresco y para procesamiento

agroindustrial. De esta manera se aporta a la economía de los agricultores y al desarrollo productivo del municipio de Chitagá y de la región. Este proceso involucra la participación de productores e instituciones del sector agropecuario, identificando los materiales genéticos de papa criolla que se adapten a las condiciones ambientales del municipio. 6

Dichos materiales deben cumplir con ciertos criterios de evaluación tales como: Buena producción por área sembrada y calidad del tubérculo con características de consumo en fresco y procesamiento agroindustrial, superando el rendimiento del promedio nacional de la variedad criolla Colombia utilizada como testigo para este proyecto de investigación. Finalmente, se pretende que la papa criolla se convierta en una respuesta a necesidades económicas sentidas de los productores, comercializadores, industria de procesamiento, productores de semilla, proveedores de insumos, centros de investigación y sector académico.

Según Federación Colombiana de productores de papa “FEDEPAPA”, 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 2013, dispersas en unos 250 municipios de la zona fría y muy fría andina. La papa en Colombia comercialmente se cultiva entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m. Alturas inferiores o superiores a éstas, se consideran marginales. La zona óptima de producción se concentra entre 2.300 y 2.800 m.s.n.m. Con un rango de temperatura entre 10°C y 20°C, en suelos con textura franca y pH de 5,2 a 5,9 (Pérez *et al.*, 2008). El municipio de Subachoque en Cundinamarca, es el de mayor producción de papa criolla en Colombia. Norte de Santander se ubica en el sexto lugar con los municipios de; Mutiscua, Silos, Chitagá, Pamplona y Cacota.

La papa es el producto de origen agrícola de mayor consumo per cápita aparente en el país, oscila entre los 62 kg/hab/año. (Ministerio de Agricultura, 2010). Este producto se presta para realizar diversas recetas, entre las que se encuentran: papas fritas, cocidas, en sopa, en puré, entre otras. Es por ello, que dentro de la caracterización de estos tipos de usos de la papa criolla se requieren ciertos tamaños, determinados por categorías de cero, primera, segunda y riche. Siendo las categorías de cero y primera utilizadas para procesamiento agroindustrial (harinas, puré y congelados) y consumo en fresco. La categoría segunda es utilizada para semilla y consumo en fresco y la categoría de riche es descartada.

La papa criolla es un producto de bastante aceptación en la canasta familiar de los colombianos, la mayor parte de la producción es destinada al consumo interno. El consumo de papa criolla en Colombia generalmente es de todos los estratos sociales y en especial la población de estratos 1 y 2 debido a su aporte de carbohidratos y a su bajo precio.

Principales municipios productores de papa criolla en Colombia	
Departamento	Municipio
Cundinamarca	Subachoque*, Une, Cáqueza, Usme, Zipacón, Bojacá, Chocontá, Cajicá, La Calera, Cota, Guasca, Zipaquirá, Suesca, Carmen de capurá 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 Cúcota.
Santander	Sutará, Tona, Cerrito y Málaga.

Recuperado de La modesta papa criolla. Mosquera, C. Copyright 1992. *Mayor productor de papa criolla en el país.

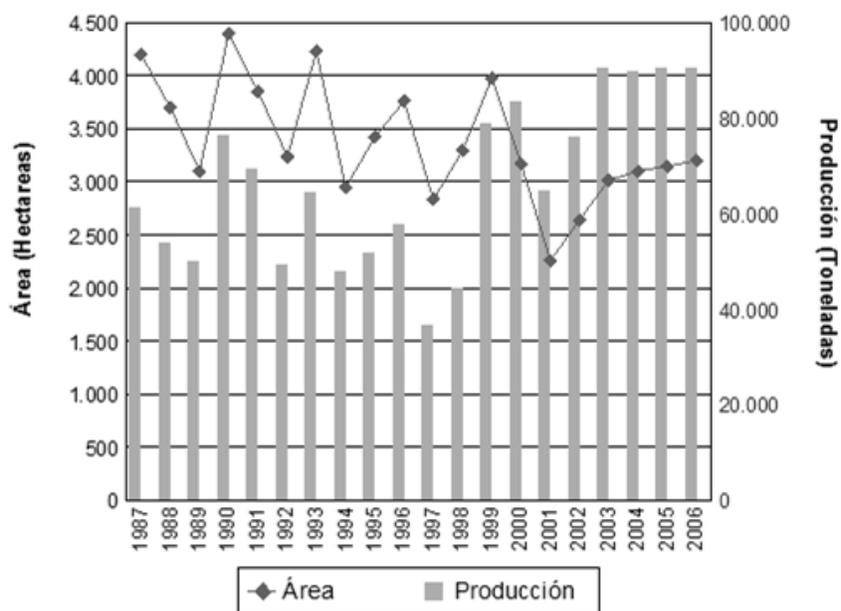


Figura 1. Área cosechada y producción de papa en el departamento de Norte de Santander 1987-2006. Fuente: Evaluaciones Agropecuarias. Copyright por Agronet - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Este proyecto de investigación vincula a la academia a los procesos de formación de talento humano y afianza los lazos que deben existir entre la docencia, la investigación y la interacción social, al vincular a productores y estudiantes del programa de ingeniería

agronómica, autoridades locales y a los pequeños productores de los municipios con mayor área⁹ cultivada en papa en el departamento: Chitagá, Pamplona y Mutiscua. De esta forma se contribuye con el cumplimiento de los compromisos registrados en *El Acuerdo de Competitividad de la Cadena Agroalimentaria de la Papa*, especialmente en lo relacionado con aspectos como la formación del talento humano y ciencia tecnología e Innovación.

De igual forma en el 2013, CORPOICA en alianza con la Universidad de Pamplona, desarrolló el Curso de Actualización en Nutrición y Manejo Integrado del Cultivo de Papa con más de 100 participantes, que acordaron fortalecer la cadena de la papa mediante cuatro proyectos prioritarios:

- Producción de semilla certificada en Norte de Santander.
- Evaluación de materiales genéticos promisorios de papa criolla.
- Buenas prácticas agrícolas para la producción de papa.
- Fortalecimiento socio-empresarial de la base social de la papa.
- Retomar la investigación en papa.

El grupo de participantes consideró que con el desarrollo de estos proyectos se podría empezar a recuperar el espacio perdido y solicitaron a las entidades actuar en consecuencia. Lo anterior dio origen el convenio No. 1828-09-2014 entre CORPOICA-UNIPAMPLONA, que busca evaluar el comportamiento agronómico de los materiales bajo las condiciones agroecológicas de los municipios paperos del Norte de Santander, en este caso Chitagá. (Comunicación verbal César Villamizar, 2015).

Alrededor del sistema productivo papa, se vinculan directamente unos 90.000 agricultores, mayoritariamente pequeños productores e indirectamente dependen de la papa otras 400.000 familias que hacen parte de la comercialización de semillas, agroinsumos y demás

actividades conexas. El cálculo de empleo para 2009 del Consejo Nacional de la Papa se estimó en 77.369 empleos directos y 232.108 empleos indirectos. (Fedepapa, 2014) 10

Uno de los mayores aportes a la producción agrícola de la provincia de Pamplona es el cultivo de la papa, generalmente este cultivo se implementa en pequeñas áreas o parcelas, donde la mano de obra familiar es destaca en este tipo de sistema de producción. Las mujeres no son la excepción ya que participan en forma activa. Además, este cultivo se convierte en una situación cultural, por incluir la participación directa de toda la familia y es transmitido de generación en generación.

Los diez clones nativos de *S. phureja* que se evaluaron son nuevos para la región y por tanto los agricultores desconocen el potencial genético que estos les pueden aportar.

CORPOICA requiere evaluar la producción, el rendimiento, la expresión morfológica y la adaptabilidad a las condiciones agroecológicas del municipio de Chitagá, involucrando directamente a los productores de papa criolla. En Chitagá se vienen evidenciando problemas de producción por área sembrada generando incrementos en los costos de producción del cultivo.

1.4.1. Área de estudio y condiciones edafoclimáticas.

En Colombia existe gran variabilidad genética en papas. Las variedades de papa en Colombia de la especie *Solanum tuberosum* son: Betina, Esmeralda, Ica Nariño, Ica Puracé, Nova, Pastusa Suprema, Roja Nariño, Colombina, Ica Cumanday, Ica Nevada, Ica Unica, Parda Pastusa, Punto Azul y Diacol Capiro. Las variedades de papas de la especie *S. phureja* más destacadas son: Colombia, Guaneña, Paisa, Latina, Mambera y Tuquerreña. (Ñústez, s.f)

Para efectos de este proyecto de investigación se trabajará con papas diploides. Esta especie se caracteriza por presentar adaptación a días cortos y brotación en el momento de la cosecha, ploidía diploide (Huamán y Spooner, 2002). Sin embargo, Ghislain et al. (2006) proponen refinar la definición del grupo Phureja, incluyendo cultivares con ausencia de periodo de dormancia independiente de su ploidía. Según Sukhotu y Hosaka (2006), el Grupo Phureja fue seleccionado a partir del Grupo Stenotomum como una variante que no presenta periodo de dormancia (carácter dominante bien marcado en la generación F1). Adicionalmente, manifiesta desarrollo rápido de los tubérculos, lo que permite realizar hasta tres cosechas por año, adaptándose a las zonas bajas de temperatura moderada de los valles interandinos (Hawkes, 1990; Spooner y Salas, 2006; Sukhotu y Hosaka, 2006; Sukhotu et al., 2006; Bradshaw et al., 2008).

La prueba de evaluación agronómica de papa criolla se realizó en el municipio de Chitagá cuyas características de suelo son muy aceptables en cuanto a propiedades químicas. Estos suelos se caracterizan por su baja fertilidad, alta acidez, aluminio intercambiable, bajo contenido de materia orgánica y suelos poco profundos. Algunas ventajas es que poseen buen drenaje, aireación y buenas propiedades físicas en términos generales.

Una limitante de los suelos son los malos manejos generando susceptibilidad a la degradación y pérdida de la capacidad de producción. Por la ubicación de zonas de pendientes moderadas a fuertes. 12

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la finca de propiedad del señor agricultor Alberto Villamizar Araque, denominada Hacienda Carrillo, perteneciente a la vereda Carrillo del municipio de Chitagá.

1.4.2. Caracterización física del municipio.

1.4.2.1. Análisis Climático.

El clima constituye el conjunto de condiciones de la atmósfera, que caracterizan el estado o situación del tiempo atmosférico y su evolución en un lugar dado. El clima se determina por el análisis espacio tiempo de los elementos que lo definen y los factores que lo afectan. Entre los elementos del clima se tiene precipitación, temperatura, humedad, brillo solar, vientos, entre otros; los dos primeros son los más importantes por cuanto permiten definir clasificar y zonificar el clima de una región dada, en tanto que los otros se presentan como atributos caracterizadores de las unidades ya definidas. Los factores del clima, pendiente, altitud y formas del relieve generan cambios climáticos a nivel regional o local, mientras que la cobertura vegetal es causa y efecto del clima tanto como su indicador.

El clima es importante, desde el punto de vista físico - biótico por su directa intervención en la evolución de los suelos y el paisaje. Además, por ser uno de los elementos o insumos necesarios para la determinación de las amenazas naturales y desde el punto de vista socioeconómico por su influencia en la decisión de utilización de las tierras para determinados usos. (Esquema de ordenamiento territorial Chitagá, 2012)

meteorológica, suministrada por el I.A MsC. Enrique Quevedo, profesor asociado al departamento de agronomía. Estos datos fueron recolectados como parte del trabajo de investigación de la estudiante Milena Pacheco Villamizar.

Por la ubicación geográfica de Chitagá en las estibaciones orientales de la cordillera oriental, su clima está afectado por factores climáticos como el relieve, la altura sobre el nivel del mar y las masas de aire que afecta la cuenta del río Chitagá-Margüa que vierte sus aguas en el desparramadero del sarare, dando origen al río Arauca. La precipitación del Municipio de Chitagá se encuentra bajo un régimen lluvioso de carácter monomodal, el cual se caracteriza por tener al año un periodo de lluvia y un periodo seco. Predominan los meses de invierno con altas precipitaciones: abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y regularmente octubre. Los meses de verano intenso y heladas nocturnas son noviembre, diciembre, enero, febrero y ocasionalmente marzo. La temperatura mínima es de 10°C y la temperatura máxima de 19°C.

El municipio de Chitagá no cuenta con estaciones meteorológicas al interior de su área, por lo tanto recurrimos a los datos aportados por la estudiante del programa de ingeniería agronómica.

1.5.1. Objetivo general

- Determinar el potencial de rendimiento de diez clones nativos de papa criolla (*Solanum phureja*) en dos ciclos productivos en el Municipio de Chitagá – Norte de Santander.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la producción por número y peso de tubérculos en tamaños de cero, primera, segunda y riche.
- Determinar el rendimiento en toneladas por hectárea de los clones para los dos ciclos productivos.
- Relacionar las variables agronómicas (altura de la planta, número de tallos, largo y ancho de la hoja) determinando la influencia en el rendimiento de los clones evaluados.
- Realizar una ficha técnica para los clones que obtengan los mejores rendimientos.

Marco de referencia

2.1. Antecedentes

2.1.1. Identificación y análisis de la variabilidad morfológica de 59 cultivares de papa criolla (*Solanum phureja* Juz. et Buk.).

La identificación de la diversidad morfológica de 59 cultivares de *Solanum phureja* Juz. Buk. Se realizó mediante los descriptores estandarizados por el CIP (Centro Internacional de la Papa) en 1994. Los datos se tomaron a partir de los cultivares establecidos en los centros de investigación Tibaitatá y San Jorge, ubicados en los municipios de Mosquera y Soacha respectivamente; los datos fueron sometidos a análisis simples y multivariados tales como: correlación, componentes principales, análisis cluster y análisis de escalamiento multidimensional. Los primeros 10 componentes principales expresaron el 76% de la variabilidad total, mientras el análisis cluster y de escalamiento multidimensional discriminaron los cultivares en ocho grupos. Los análisis multivariados mostraron que las variables más importantes para la caracterización e identificación de los grupos son: V25 forma general del tubérculo, V26 formas raras del tubérculo, V18 color primario de la piel del tubérculo, V20 color secundario de la piel del tubérculo, V34 grado de floración y V9 pigmentación del pistilo. (Ligarreto et al, 2000)

2.1.2. 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.

El objetivo del presente estudio fue realizar las pruebas de evaluación agronómico para registro de nuevos cultivares de papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo *Phureja*) para la región

Nudo de los Pastos-Nariño. Se evaluaron ocho genotipos de papa criolla, provenientes del programa de mejoramiento genético en papa de la Universidad Nacional de Colombia y dos testigos comerciales en ocho ambientes (localidades), en dos semestres consecutivos durante los años 2012 -2013, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se determinó la presencia de interacción genotipo ambiente (GxA), su magnitud para las variables rendimiento de tubérculo (t.ha-1), gravedad específica, materia seca, calidad de frito y contenido de azúcares reductores, mediante el modelo AMMI (Additive main effects and multiplicative interactions), evaluando la adaptabilidad y estabilidad (A y E) fenotípica. El rendimiento de tubérculo varió desde 32.81 a 37,43 t.ha-1. Los valores de gravedad específica variaron de 1,081 a 1,094, el contenido de materia seca osciló entre 23.09 y 25.10%. La variable color de hojuela después de frito presentó un amplio rango de variación oscilando de 1.60 a 2.95 en una escala de 1 a 5. El modelo AMMI identificó a los genotipos UN-59 y UN-4 como los más estables a través de ambientes por su baja interacción GxA y adaptabilidad intermedia. Se encontraron tres genotipos que presentaron tubérculos redondos amarillos de piel y carne, ojos superficiales y valores fenotípicos mayores para todas las variables evaluadas superando a los testigos comerciales, estos genotipos tienen alto potencial para ser postulados como posibles cultivares para la región natural Nudos de los Pastos. (Universidad Nacional de Colombia - grupo de investigación en papa, 2014)

2.1.3. Evaluación de la producción y características del tubérculo de nueve genotipos nativos de papa criolla (*Solanum phureja Juz et Buk l.*) en el municipio de Mutiscua – Norte de Santander.

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Mutiscua – departamento de Norte de Santander, vereda San Agustín, a una altura de 2.765 m.s.n.m. Es un municipio con una

población eminentemente rural, catalogado como el primer productor de hortalizas de clima 17
frío del departamento de Norte de Santander. Se evaluó el rendimiento agronómico buscando de
esta manera obtener uno o más clones que se destaquen por sus rendimientos en relación con la
variedad cultivada en la región, para este caso la variedad Criolla Colombia. Los clones 3, 5, 6, 9
y 10 superaron el testigo (Criolla Colombia). Los clones 6 con un rendimiento de 23.0 t ha⁻¹, el
5 con 22.8 t ha⁻¹ y el 9 con 22.6 t ha⁻¹ presentan los mejores rendimientos promedios. Estos
clones, también expresaron rendimientos superiores al rendimiento departamental (21.5 t ha⁻¹). Los
anteriores resultados coinciden con las evaluaciones participativas realizadas en cosecha con
agricultores, donde los clones 5, y 6 fueron uno de los mejores clones evaluados. (Herreño, 2015)

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

Se evaluaron nueve clones de papa criolla durante dos semestres consecutivos en cuatro
localidades del departamento de Antioquia (Colombia), a través de las siguientes variables
agronómicas: potencial de rendimiento del tubérculo, rendimiento en el proceso de enlatado,
gravedad específica, respuesta a *Phytophthora infestans* y estabilidad fenotípica. La estabilidad
fenotípica fue medida por el procedimiento de rendimiento y estabilidad. La contribución de
cada clon en la interacción genotipo-ambiente fue calculada mediante la varianza de Shukla. El
estudio permitió seleccionar tres clones superiores de papa criolla, que fueron registrados como
nuevos cultivares en el año 2005. Estos fueron: ‘Criolla Latina’ (98-68.5), con rendimiento entre
18 y 20 t ha⁻¹, resistencia moderada a *P. infestans*, y buena aptitud para enlatado o encurtido;
‘Criolla Paisa’ (98-70-12), rendimiento de 22 a 25 t ha⁻¹, resistencia moderada a *P. infestans*, y
buena aptitud para consumo en fresco; y ‘Criolla Colombia’ (Clon 1), rendimiento entre 13 y 15

t ha-1, sensible a *P. infestans*, y adecuada para consumo en fresco y elaboración de papa precocida congelada. (Ñustez, 2010)

18

2.1.5. Evaluación de cinco genotipos promisorios de papa (*Solanum tuberosum* sp. *Andígena*) según desempeño agronómico y calidad industrial.

Con base en variables cualitativas y cuantitativas se llevó a cabo la evaluación de cinco genotipos promisorios de papa *Solanum tuberosum* sp. *Andígena* pertenecientes a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –CORPOICA– y de la variedad Diacol Capiro, en siete localidades del país. Los resultados se analizaron por métodos univariados y multivariados para conocer las características que discriminaban a los materiales. En el análisis multivariado de componentes principales, los primeros cuatro componentes representan el 95,22% de la variación total. Las variables de mayor influencia fueron época de maduración, época de emergencia, peso total de los tubérculos por parcela, peso de los tubérculos de tamaño primera, peso de los tubérculos de tamaño cero, peso de los tubérculos de tamaño cuarta, gravedad específica y materia seca. Se detectó que existe interacción significativa entre genotipo y ambiente para las variables de rendimiento en frito y calidad industrial, las cuales, según el análisis de estabilidad fenotípica de Kang (1991), permitieron seleccionar los clones 2, 7 y 14 como los más rendidores y estables según las características peso total de los tubérculos por parcela, materia seca y rendimiento en frito. Considerando el índice de rendimiento y la estabilidad fenotípica combinadas, el clon 7 se recomienda como el material más promisorio. (Ligarreto, 2005)

El municipio de Chitagá está ubicado en la zona suroccidental de Norte de Santander. Tiene una densidad demográfica de 8,69 habitantes/km². Chitagá, tiene una extensión de 1172 Km². (Fuente DNP). Que equivalen al 5% de la superficie total del departamento.

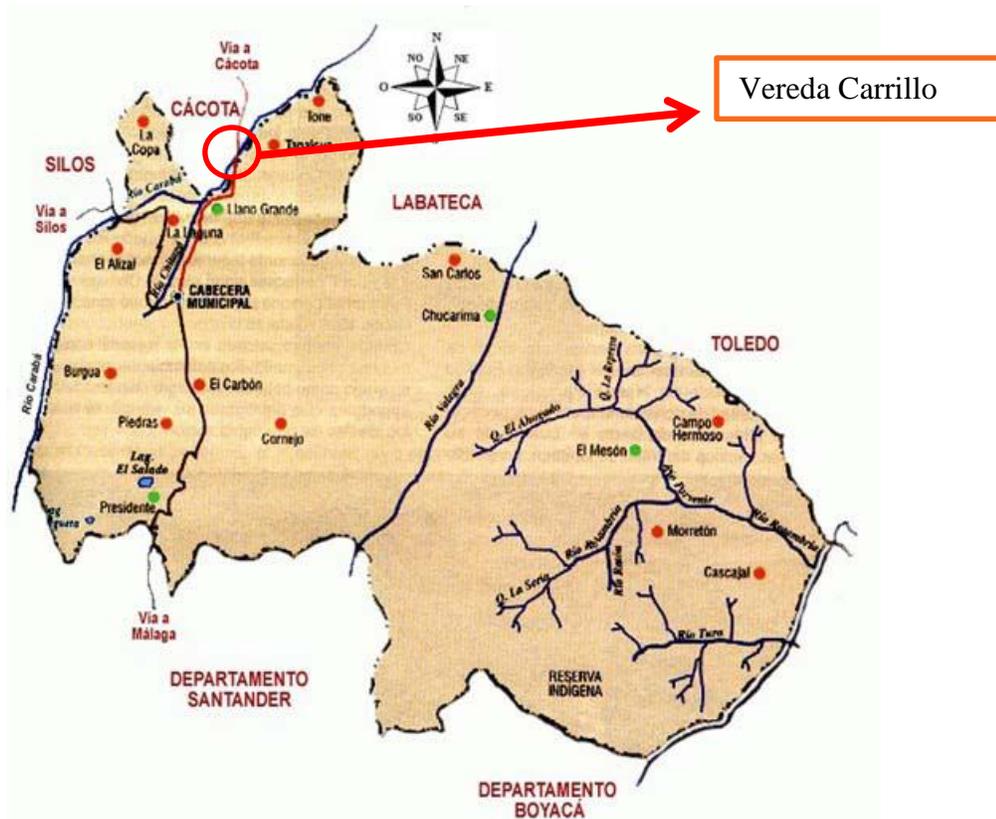


Figura 2. Mapa geográfico del Municipio de Chitagá Norte de Santander, ubicación de la finca en donde se establecerá el trabajo de investigación.

2.2.1. Límites Geográficos.

Oriente: Con los Municipios de La Bateca, Toledo y Cubará (Boyacá), Occidente: Con el municipio de Silos, Norte: Con los municipios de Cacota, Pamplona y La Bateca. Sur: Con los municipios de Guaca, Cerrito y Concepción (Santander) Fuente: EOT Chitagá.

2.2.2. Ubicación geográfica del proyecto de investigación.

20

- Municipio: Chitagá
- Vereda: Carrillo
- Finca: Hacienda Carrillo
- Propietario: Alberto Villamizar – Harold Villamizar

2.2.3. Coordenadas.

7° 08' 52.08"N E 72°39'46.56"O. **Altura:** 2.022 m.s.n.m. **T°**14-16°C

2.2.4. Beneficiados directos con el proyecto de investigación.

Son los vinculados a la cadena productiva de la papa criolla; personas naturales, jurídicas o sociedades de hecho, dedicadas a la producción, recolección, acondicionamiento, procesamiento, comercialización y actividades a fines de la papa criolla.

2.3.1. Generalidades.

La producción de papa en Colombia 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)

Durante los últimos años, la producción de papa criolla ha presentado un incremento permanente y se considera una especie cultivada promisoriosa, tanto en el mercado nacional como internacional. En la cadena agroindustrial se viene aumentando la aceptación entre los productores, en virtud de sus ventajas agrícolas, por su ciclo de cultivo más corto y por su precio, mientras que en los consumidores tiene alto prestigio por sus cualidades sensoriales y versatilidad para su uso.

2.3.2. Descripción de la variedad.

En Colombia, el nombre de papa criolla corresponde a los morfotipos que presentan tubérculos con color de piel y carne amarilla (fenotipo yema de huevo) (Rodríguez *et al.*, 2009). El grupo conformado por las papas criollas está compuesto por un conjunto de variedades nativas que crecen extensamente en los Andes, desde el occidente de Venezuela hasta el centro de Bolivia (Ghislain *et al.*, 2006), con un centro importante de diversidad localizado en el departamento de Nariño. Se caracteriza por presentar adaptación a días cortos, brotación en el momento de la cosecha y ploidía diploide (Huamán y Spooner, 2002). Sin embargo, Ghislain

(2006) propone refinar la descripción del grupo Phureja, incluyendo cultivares con ausencia de periodo de dormancia independiente de su ploidía.

2.3.3. Clasificación Taxonómica.

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

Tabla 2.

Clasificación taxonómica de la papa criolla.

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

Fuente: Fedepapa, 2009. Recopilación de la investigación del sistema productivo en papa

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

2.3.4. Condiciones de desarrollo para el cultivo.

23

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

La papa criolla es producida a nivel nacional en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño y, en menor proporción, en Antioquia, Santander, Norte de Santander, Cauca y Tolima. Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través de su portal Agronet, para el año 2013 el promedio nacional se sitúa en 13.7 toneladas/hectárea y para el departamento de Norte de Santander en 21.5 toneladas/hectárea

2.3.5. Morfología de la planta.

Solanum phureja (2x) es una especie que presenta un tallo simple ramificado, hojas un poco brillantes, los tubérculos carecen de periodo de reposo y tienen más proteína que los tubérculos de la especie *S. tuberosum*. Su nombre se deriva del Aymara “phureja” que significa precoz (Luján, 1996).

La papa es una planta herbácea, su hábito de crecimiento cambia entre las especies y dentro de cada especie puede ser arrosetado, rastrero o erecto, en las plantas cultivadas este último es el deseable, ya que facilita las labores del cultivo. La morfología de la papa puede ser modificada por factores ambientales por lo cual los hábitos de crecimiento y desarrollo de la planta varían con cada especie (Luján, 1996).

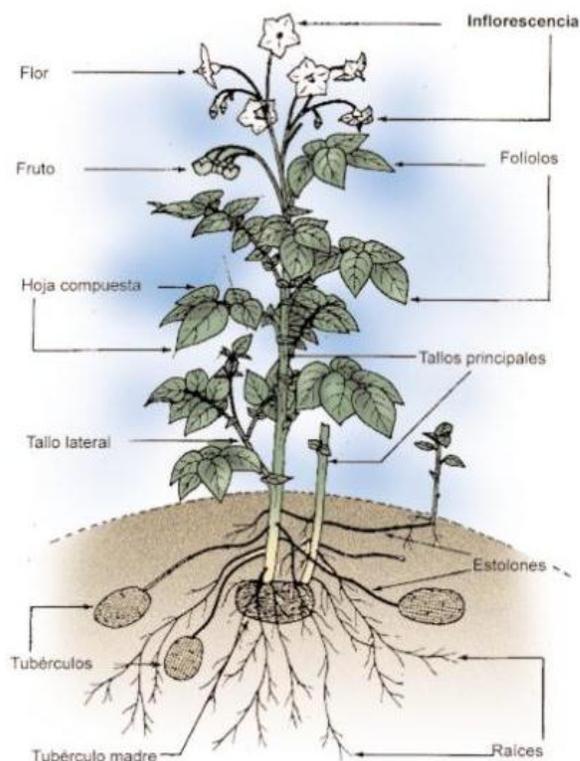


Figura 3. Planta de papa *Solanum tuberosum*
Fuente: chacraorganica.wordpress.com, 2010

Las plantas de papa pueden propagarse por medio sexual o asexual. Por el sistema de propagación sexual (semilla botánica) se genera un sistema radicular muy fibroso, con raíz primaria, hipocotilo, cotiledones y epicótilo, para luego desarrollar el tallo y el follaje. Para el cultivo comercial el sistema más utilizado es el asexual a través de los tubérculos, a partir de los cuales se desarrollan los brotes, que desarrollan raíces adventicias en la base y encima de los nudos en la parte subterránea de los tallos; por medio de este sistema de propagación se pueden generar varios tallos por sitio (Huamán, 1986).

El sistema de tallos consta de: tallos, estolones y tubérculos, los tallos laterales son ramificaciones de los tallos principales, en corte transversal pueden ser circulares o angulares y en las márgenes angulares se pueden formar alas, que a su vez pueden ser rectas, onduladas o dentadas. La coloración del tallo varía de acuerdo a la especie y a la variedad, generalmente de

color verde y algunas veces con coloraciones marrones, rojizas o moradas; los tallos son sólidos o parcialmente tubulares por la desintegración de las células de la médula. Las yemas que se encuentran en los tallos pueden desarrollarse para formar tallos laterales, estolones, inflorescencias y a veces tubérculos aéreos (Huamán, 1986).

Cada planta de papa comúnmente consiste de varios tallos. Cada tallo forma raíces, estolones y tubérculos y se comporta como si fuese una planta individual. En consecuencia, la densidad de un cultivo de papa consiste de dos componentes: el número de plantas y el número de tallos por planta (Wiersema, 1987).

Los estolones son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo y que se desarrollan a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos. A partir de estos tallos se pueden formar los tubérculos mediante un ensanchamiento de su extremo terminal, sin embargo, cuando estos no están cubiertos por suelo se desarrollan como un tallo lateral (Huamán, 1986). Cuando los tallos laterales se ramifican debajo de la superficie del suelo, cerca del tubérculo-semilla, pueden llegar a formar raíces, estolones y tubérculos, como lo hacen los tallos principales y alcanzar a ser tan productivos como ellos (Wiersema, 1987).

Los tubérculos son tallos modificados que funcionan como los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa; en su extremo basal se encuentra ligado al estolón y los ojos se distribuyen sobre la superficie del tubérculo siguiendo una espiral y concentrándose hacia el extremo apical, en cada uno de estos ojos pueden haber varias yemas, de este modo los ojos del tubérculo corresponden a los nudos de los tallos, y su profundidad difiere según la variedad. Las yemas de los ojos se encuentran en un estado de reposo o dormancia, que puede ser largo o corto de acuerdo a la variedad, cuando este estado termina se desarrollan para formar un sistema de tallos principales, laterales y estolones (Huamán, 1986).

comerciales. En un corte longitudinal el tubérculo muestra el peridermo o piel, corteza, sistema vascular, parénquima de reserva y tejido medular o médula, la piel de los tubérculos puede ser de diferentes colores, blanco, crema, amarillo, naranja, rojo o morado, e incluso tener dos colores, la piel se torna firme cuando el tubérculo ya está maduro. En la superficie de los tubérculos se encuentran distribuidas las lenticelas, a través de las cuales se realiza el intercambio gaseoso (Huamán, 1986).

La corteza se encuentra debajo de la piel y corresponde a un tejido de reserva que contiene principalmente proteínas y almidones. El sistema vascular conecta al tubérculo con el resto de la planta, a los ojos del mismo entre sí. Dentro del anillo vascular se encuentra el parénquima de reserva que constituye el principal tejido de almacenamiento y ocupa la mayor parte del tubérculo. La médula es la parte central del tubérculo. En las variedades comerciales todos estos tejidos del tubérculo tienen colores blanco, crema o amarillo, aunque también es posible encontrar colores rojo, morado o bicolor (Huamán, 1986).

Las hojas se encuentran distribuidas en espiral sobre el tallo; normalmente las hojas son compuestas, con un raquis central, varios pares de folíolos y un folíolo terminal, en la base de cada peciolo se encuentran dos hojuelas laterales llamadas pseudoestípulas (Huamán, 1986).

La floración es estimulada por diversos factores climáticos, especialmente el fotoperíodo y la temperatura. Las flores se encuentran en una inflorescencia cimosa, y por lo regular son terminales, son flores perfectas y pentámeras, de colores blanco, azul, amarillo, rojo o púrpura. La autopolinización se realiza en forma natural. El fruto es una baya pequeña y carnosa que contiene las semillas sexuales, posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas. La semilla sexual se usa con propósitos de mejoramiento.

2.3.6. Etapas fenológicas de la papa criolla.

Es el estudio de los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales como luz, temperatura y humedad. La emergencia de los cultivos, la brotación, la floración, la fructificación y la madurez son ejemplos de estudios de fenología vegetal. Dentro de ciertas etapas se presentan periodos críticos, que son intervalos breves durante los que la planta presenta la máxima sensibilidad a determinados elementos, de manera que las oscilaciones en los valores de las variables climáticas se reflejarán en el rendimiento del cultivo. Es muy importante tener presente que para que los valores de los elementos afecten positivamente a los rendimientos, éstos deberán encontrarse dentro de cierto intervalo de utilidad para cada cultivo; fuera de éste, los efectos serán negativos, tanto por carencia como por exceso, como sucede con la temperatura. (Sifuentes *et al.*, sf)

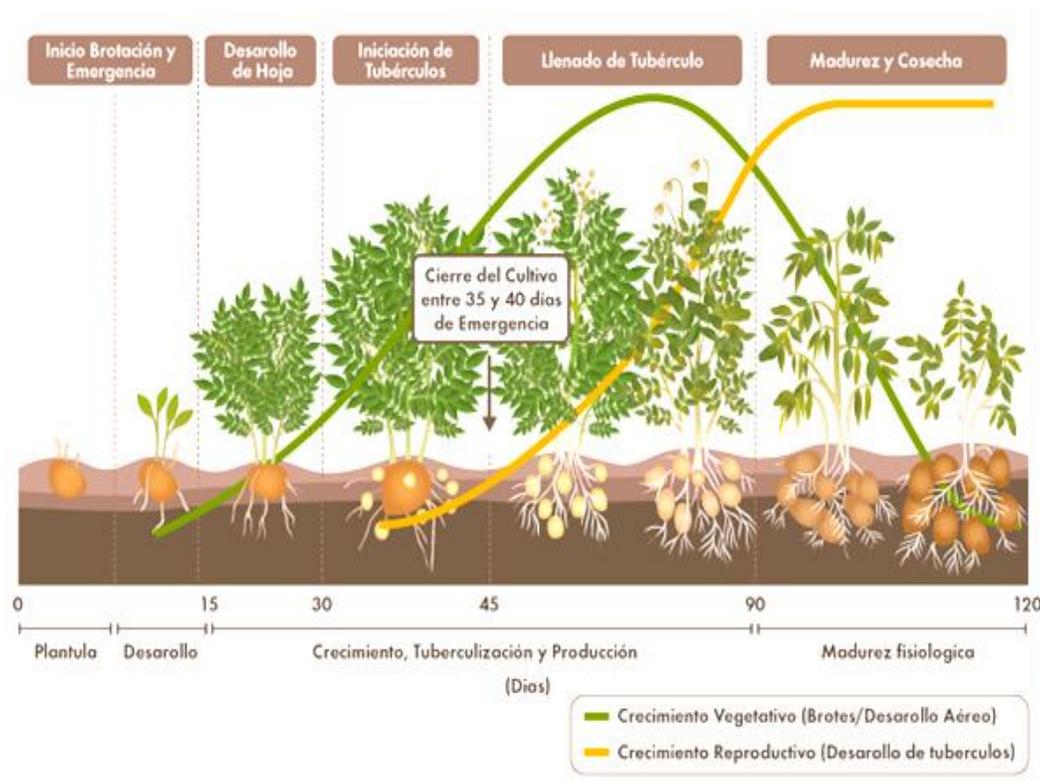


Figura 4. Fenología de la papa criolla

Etapas del desarrollo del cultivo de papa criolla Solanum phureja var. 'Criolla Colombia'

Etapas	dds	Etapas fenológica	Estadios según escala BBCH	Descripción de la etapa	Descripción del desarrollo del tubérculo
I	1-35	Crecimiento vegetativo	Germinación- brotación, desarrollo de hojas, formación de brotes laterales y crecimiento longitudinal de brotes	Desde la siembra del tubérculo-semilla hasta el inicio de floración, que coincide con el inicio de la tuberización.	Se inicia con la siembra del tubérculo-semilla. Luego comienza la emergencia y el desarrollo de las puntas de los estolones, hasta que se inicie el desarrollo de tubérculos
II	36-65	Floración	Aparición del órgano floral y floración	Desde la aparición de los primeros botones florales hasta cuando la planta inicia el incremento acelerado en la producción de área foliar (cierre de calles)	Formación de tubérculos a partir de la punta del estolón; iniciación del tubérculo es controlada por reguladores hormonales de crecimiento
III	66-90	Fructificación	Formación del fruto y maduración del fruto	se inicia con el incremento acelerado de número de hojas en la planta hasta cuando se termina la emisión de nuevas hojas y empieza la senescencia de la planta	Engrosamiento y diferenciación de los tubérculos, con un incremento acelerado en su tamaño y peso.
IV	91-120	Madurez y senescencia		se detiene la emisión de hojas, la fotosíntesis decrece gradualmente y el follaje eventualmente muere	La tasa de crecimiento del tubérculo es lenta. El contenido de materia seca en los tubérculos alcanza el máximo valor, la piel del tubérculo se endurece aumentando su espesor.

dds = Días después de la siembra

Fuente: (Sanchez et al., 2005) evaluadas en la investigación (Meier, 2001; Bello y Pinzón, 1997; Valbuena, 2000).

2.3.7. Variedad de papa criolla “Yema de Huevo” o criolla Colombia.

29

Presenta porte de planta medio, con follaje verde ligeramente claro, floración abundante y rara formación de frutos. Presenta adaptación a regiones comprendidas entre 2.400 y 3.200 m.s.n.m., presenta producción de tubérculo con distribución de tamaños (diámetros entre 1 y 8 cm). Esta variedad es precoz (120 días a 2.600 m.s.n.m.), su potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es de 15 a 25 ton/ha-1, no tiene periodo de reposo. Es la principal variedad de papa criolla cultivada en Colombia y hasta la presente es la variedad que se ha procesado para exportación como precocida congelada. No tiene aptitud para frito (Ñústez, 2011).



Figura 5. Variedad criolla Colombia Fuente: Ñústez, 2011

2.3.8. Caracterización socioeconómica de la región.

La papa criolla es producida a nivel nacional en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño y, en menor proporción, en Antioquia, Santander, Norte de Santander, Cauca y Tolima. En el ámbito nacional, la siembra de papa criolla se desarrolla a pequeña escala por los altos riesgos que genera, de una parte, la susceptibilidad del cultivo a las heladas y a problemas fitosanitarios, y de otra, la alta perecebilidad del producto durante la poscosecha. Como consecuencia de lo anterior, existe una tendencia a la estacionalidad de la oferta y, por ende, de los precios (Piñeros, 2009).

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), en Colombia en el 2007 se sembraron 30
6.360 hectáreas en papa criolla, de las cuales el 41% se ubicaron en Cundinamarca, seguido
en orden de importancia por Nariño con 33%, Boyacá, Norte de Santander y Antioquia con
12%, 7% y 6%, respectivamente. En cuanto a la producción, Cundinamarca también ocupó el
primer lugar con 35893 toneladas, es decir, el 46% de la producción nacional y un
rendimiento de 13.93 ton/ha, le sigue Nariño con el 32% de la producción y un rendimiento
de 11.79 ton/ha, Boyacá, Norte de Santander y Antioquia con un 12%, 7% y 6% del total de
las áreas sembradas, respectivamente, con un porcentaje igual en el total de la producción
nacional (Corporación Colombiana Internacional, 2008).

Tabla 4.

Área Cosechada, Producción y Rendimiento de Papa criolla en el año 2013

Departamentos	Área(Ha)	Producción (ton/Ha)	Rendimiento (Ton/ha)	Participación
				Producción Nacional
Antioquia	739	9549	12.9	6.91%
Antioquia	759	9396	12.4	6.80%
Boyacá	851	8956	10.5	6.48%
Boyacá	999	15689	15.7	11.36%
Caldas	4	40	10	0.03%
Cauca	345	5217	15.1	3.78%
Valle del Cauca	280	4200	15	3.04%
Putumayo	16	160	10	0.12%
Nariño	810	8714	10.8	6.31%
Norte de Santander	305	6544	21.5	4.74%
Norte de Santander	332	7154	21.5	5.18%
Santander	107	1520	14.2	1.10%
Santander	144	1865	12.9	1.35%
Tolima	81	864	10.7	0.63%
Cauca	384	5575	14.5	4.04%
Cundinamarca	1496	22674	15.2	16.41%
Cundinamarca	1645	22247	13.5	16.10%
Chocó	1	12	12	0.01%
Meta	1	3	3	0.00%
Nariño	792	7764	9.8	5.62%
Total	10.091	138.143	13.7	100.00%

Fuente: Elaboró AGRONET con base en evaluaciones agropecuarias – Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

2.4.1. 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.

2.4.2. 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 las siguientes modalidades:

- 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. Localización**

La prueba de evaluación agronómica para registro de nuevas variedades de papa criolla se realizó de conformidad con la resolución No. 04000 del Instituto Colombia Agropecuario (ICA), durante los años 2014 – 2015 en dos semestres consecutivos en el Municipio de Chitagá. La altitud de la finca 2022 msnm altitud cercana al rango mínimo permitido para cultivar papa criolla. Los suelos del municipio de Chitagá de acuerdo al esquema territorial son de uso silvopastoril. Otros con limitantes de pedregosidad superficial, donde no se puede hacer mecanización. Además, con relieves ondulados y pendientes superiores al 12% con limitantes de uso debidos a la presencia frecuente de piedras en la superficie. Tierras que permiten la ganadería utilizando técnicas de siembras en contorno y rotación de cultivos.

De acuerdo con la interpretación del análisis de suelo, la localidad donde se evaluó los materiales presenta pH adecuado para este cultivo, contenido de materia orgánica bajo, poca capacidad de intercambio catiónico, y la saturación de las bases para casi todos los elementos fue ideal. Presento niveles de potasio y fosforo altos. En el anexo 1 se describen resultado de análisis de suelo de la parcela donde se desarrolló el proyecto.

3.2. Datos del material vegetal

Los clones de papa con los que se realizó el trabajo de investigación, son clones nativos que no pertenecen a la región de Norte de Santander. En la tabla 5 se relacionan los datos de cada materia vegetal de papa criolla. A cada uno se le proporcionó un nombre experimental para mayor entendimiento en los datos y para el agricultor.

Tabla 5.
Registro y origen de colecta de los clones nativos de papa criolla

Nombre experimental	Identificación del genotipo (registro)	Origen de cosecha
Clon 2	15062515	Corregimiento el Encano, de Pasto -Nariño.
Clon 3	15062596	Municipio de Güicán -Boyacá
Clon 4	15061989	Corregimiento el Encano, de Pasto Nariño
Clon 5	15062586	Municipio de Güicán - Boyacá
Clon 6	15062591	Municipio de Güicán - Boyacá
Clon 7	15062589	Municipio de Güicán - Boyacá
Clon 8	15062026	Corregimiento el Guabio, Silvia - Cauca
Clon 9	15062594	Corregimiento el Encano, Pasto Nariño
Clon 10	15062590	Municipio de Güicán, Boyacá
Testigo (Material Convencional)	Variedad Criolla Colombia	Variedad nativa diploide. Selección clonal de la población de morfotipos de tubérculos redondos amarillos colombianos de <i>S. phureja</i> .

Fuente: Citado por Herreño, E. Trabajo de grado. 2015. Registro de colección de papa criolla, banco de germoplasma. Centro de investigación Tibaitá, CORPOICA (Mosquera, Cundinamarca)

3.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; la unidad experimental estuvo constituida por 40 parcelas con cuatro surcos de 10 metros de largo cada uno, con una distancia entre surcos de 80 cm y la unidad de 120 tubérculos a una distancia de 30 cm entre sitios, para un total de 480 tubérculos por clon.

El manejo agronómico de los ensayos lo realizó el agricultor como tradicionalmente lo realiza en sus cultivos de papa criolla. La variable rendimiento se presenta en toneladas por hectárea (t.ha-1), peso por categorías y número de tubérculos por categorías. Además, se seleccionaron cuatro variables morfológicas (Altura de la planta, número de tallos, largo y ancho de la hoja) cuya finalidad es determinar si estas variables influyen en el rendimiento de la papa criolla. Como testigo se utilizó la variedad Colombia o “Yema de Huevo”. Para métodos de la

investigación en algunas ocasiones puede ser nombrado como clon 1. En el anexo 2 y 3 se describe gráficamente la distribución de los clones en la parcela experimental. 36

Tabla 6.
Genealogía de los clones evaluados

Identificación fenotípica		
1	TESTIGO	criolla Colombia
2	CLON 2	2515
3	CLON 3	2596
4	CLON 4	1889
5	CLON 5	2586
6	CLON 6	2591
7	CLON 7	2589
8	CLON 8	2026
9	CLON 9	2594
10	CLON 10	2590

Fuente: libro de campo Corpoica, 2014.

Tabla 7.
Distribución de los clones en el diseño experimental

No.	Aleatorización		Repeticiones			
	Identificación Clon	Genotipo	I No. Parcela	II No. Parcela	III No. Parcela	IV No. Parcela
1	TESTIGO	Criolla Colombia	1	17	29	34
2	CLON 2	2515	2	15	28	40
3	CLON 3	2596	3	16	30	37
4	CLON 4	1889	4	13	26	38
5	CLON 5	2586	5	18	21	32
6	CLON 6	2591	6	12	27	39
7	CLON 7	2589	7	11	24	36
8	CLON 8	2026	8	19	22	31
9	CLON 9	2594	9	20	23	35
10	CLON 10	2590	10	14	25	33

Recuperado de: libro de campo PEAs. Norte de Santander.

Se utilizó el mismo diseño experimental para los dos ciclos de cultivo. Dichos ciclos se sembraron en las siguientes fechas:

Ciclo I:

- Fecha de siembra: 28 de noviembre de 2014

- Fecha de cosecha: 12 de marzo de 2015

Ciclo II:

- Fecha de siembra: 30 de Abril de 2015
- Fecha de cosecha: 14 de septiembre de 2015

La descripción de las variables morfológicas, se realizó siguiendo los criterios de la guía para las “caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papas nativas”. (Gómez, 2000), se registrarán los datos en libros de campo. Los libros de campo que se utilizaron fueron ajustados por CORPOICA para este tipo de trabajos.

3.4. Recolección de datos y evaluación en campo

Los datos evaluados de caracterización morfológica de la planta fueron: Altura de la planta, número de tallos, largo y ancho de la hoja. Esto se realizó con tres plantas de surcos centrales de cada parcela es decir 120 plantas para toda la unidad experimental.

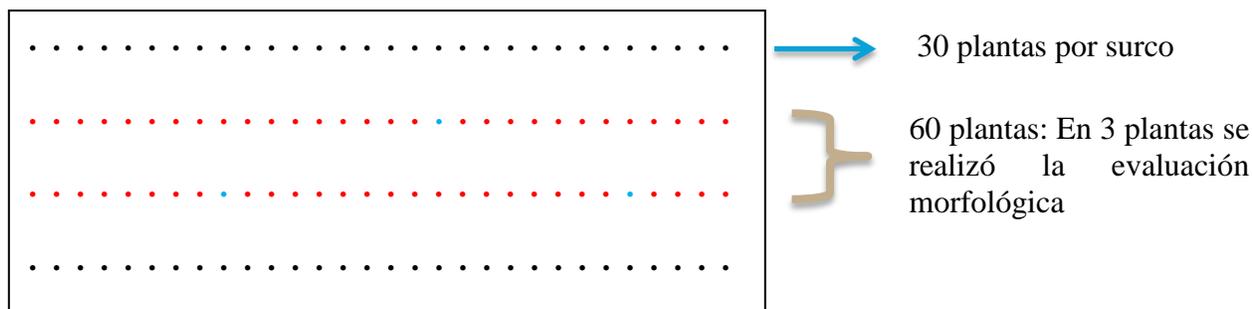


Figura 6. Descripción del diseño de cada una de las cuarenta parcelas

La toma de datos morfológicos se realizó cuando la unidad experimental estaba en plena floración. Es decir, el 75% de las plantas tenían flores. Los datos de los descriptores relacionados a tamaño se registraron en base al promedio de las mediciones hechas en varias plantas. Todos los datos sobre características de hojas fueron registrados en las hojas ubicadas en la porción media del tallo principal.

3.4.1. Altura de la planta.

38

Es la longitud desde la base de los tallos hasta el brote apical más alto. No se considera la altura de las inflorescencias si sobrepasan el brote apical más alto. Esta variable es de tipo cualitativo tomada con cinta métrica. Se registra la altura de las plantas cuando un 75% de las plantas de una entrada están en floración.



Figura 7. Medición de la altura de la planta

3.4.2. Numero de tallos.

Esta variable se cuantifico contando el número total principales en tres plantas aleatoriamente por parcela.



Figura 8. Cuantificación del número de tallos principales por planta

3.4.3. Largo y ancho de la hoja.

39

Esta variable se tomó con una cinta métrica extendiendo la hoja desde la base del peciolo hasta la parte apical de la hoja.



Figura 9. Medición del largo y ancho de la hoja

3.4.4. Rendimiento.

Al momento de la cosecha se clasificaron, se contaron y se pesaron los tubérculos de acuerdo a su tamaño en cuatro categorías: Cero (diámetro $> 6\text{cm}$), primera (diámetro >4 y 6cm), segunda (diámetro 2 y $< 4\text{cm}$) y riche (diámetro $< 2\text{cm}$). El rendimiento total es la sumatoria entre las categorías de cero, primera, segunda y riche. Con el rendimiento total de las parcelas se determinó el rendimiento por hectárea ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$), calculando una densidad de siembra de 41.666 plantas. ha^{-1} . Los surcos efectivos de cosecha fueron los dos surcos centrales de cada parcela, obteniendo un área efectiva de 20 m^2 por repetición. La totalidad del área evaluada es de 80m^2 por cada clon (figura 5.)



Figura 10. Labor de cosecha.

Las variables evaluadas en cosecha fueron: peso de tubérculos por tamaño en las categorías: cero, primera, segunda y riche. Número de tubérculos por tamaño en las categorías: cero, primera, segunda y riche. Se registraron los rendimientos de la cosecha en libros de campo entregados por CORPOICA para su posterior tabulación y análisis estadístico. (Ver anexo 4)

3.5. Manejo agronómico

El manejo agronómico se hizo siguiendo las recomendaciones del agricultor; Alberto Villamizar, propietario de la finca y con amplia experiencia del cultivo de papa. La preparación del suelo se realizó con motocultor y bueyes, el cual pertenecen al agricultor. Durante el ciclo de cultivo se utilizaron diferentes insumos para el manejo nutricional y fitosanitario del proyecto de investigación, entre los que se pueden destacar: herbicidas, fertilizantes, fungicidas e insecticidas.

3.6. Análisis estadístico de los datos

Los análisis estadísticos son una herramienta muy eficaz para expresar, interpretar, e inferir a partir de los datos colectados el comportamiento interrelacionado que presentan las variables involucradas en todo proceso productivo (Cerón, 1996). La información recolectada durante el ciclo de cultivo se analizó a través del software estadístico Statistix*10 y Excel. Se presentan los resultados de la caracterización morfoagronómica de los clones, donde para las variables cuantitativas tales como la altura de la planta, número de tallos y largo - ancho de la hoja se calcularon las estadísticas descriptivas, como promedios y variaciones.

Finalmente los resultados más importantes de la investigación, referentes a la producción y rendimiento en toneladas por hectárea de los clones evaluados, comparándolos con el testigo y realizando la comparación de los dos ciclos productivos, medido a través del peso y número de los tubérculos de la papa criolla, desde el punto de vista de los diferentes clones y categorías.

Variables morfológicas de S. phureja.

VARIABLE	DESCRIPTOR	UNIDADES DE MEDIDA	ABREVIACIÓN
Aplanta	Altura de la Planta	Centímetros	cm
Ntallos	Número de tallos	Número	No
Lhoja	Largo de la hoja	Centímetros	cm
Ahoja	Ancho de la hoja	Centímetros	cm

Para analizar estadísticamente los resultados de la investigación se aplicó la técnica de análisis de varianza (ANOVA) con dos factores. El primer factor es el rendimiento con 10 niveles de factor, los niveles del factor son los clones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10). Uno de los diez niveles será el grupo control que es el clon 1 conocido como variedad Criolla Colombia “Yema de Huevo”. El segundo factor es ciclo con dos niveles (Ciclo I y Ciclo II). A fin de observar la influencia que tienen las variables de tipo agronómico (Altura de la planta, número de tallos, largo y ancho de la hoja) en el rendimiento del tubérculo se aplicará un modelo de regresión. Todas las pruebas serán analizadas con un nivel de significancia del 5%.

El software estadístico que se utilizó fue STATIXTIX y Excel.

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

De acuerdo a la figura 11, los clones 2, 9 y 10 son los que mayor tamaño de segunda produjeron, superando al testigo “Variedad Criolla Colombia”. El tamaño de segunda (diámetro entre 2 y 4cm) fue el más numeroso. En términos generales y teniendo en cuenta que este tamaño es comercial y utilizado para semilla, se puede inferir que estos clones presentan buen potencial para la comercialización de consumo en fresco y para la producción de semilla.

La producción de tamaño cero (diámetro >6cm), los únicos clones que superaron a la variedad testigo fueron el clon 8 y 9, seguidos de los clones 3, 4 y 5. Estos clones poseen buen potencial para ser utilizados como materia prima y para procesamiento industrial, en presentaciones como: chips y congelado de acuerdo a lo propuesto por Piñeros (2009).

El tamaño de riche no es representativo para algún propósito o destino de consumo a nivel industrial. Generalmente los agricultores lo descartan por ser tubérculos de tamaño muy pequeño (diámetro <2cm) y por ser deformes, por presentar manchas por algún tipo de sintomatología de daño mecánico o por fitosanitario.

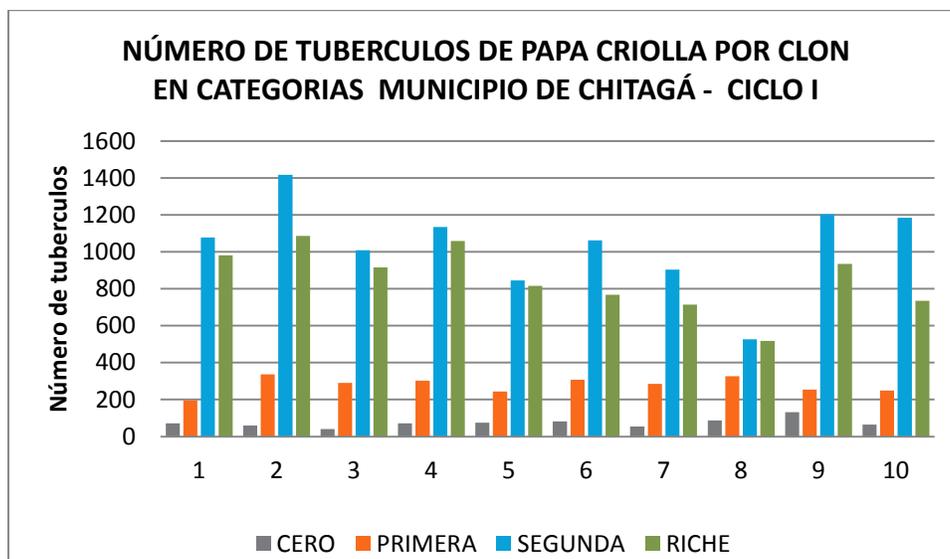


Figura 11. Número de tubérculos por tamaño de papa criolla para el municipio de Chitagá en el ciclo I

En el segundo ciclo de cultivo, todos los clones sometidos a evaluación produjeron muy poca cantidad de tubérculos de tamaño cero. La figura 12, muestra que el mayor número de tubérculos para el tamaño de primera lo obtuvieron los clones 2 y 4 superando al testigo. El clon 10 fue el que mayor producción de tamaño segunda produjo, superando al testigo. La mayor producción de número de tubérculos por categorías en todos los clones fue el tamaño de riche.

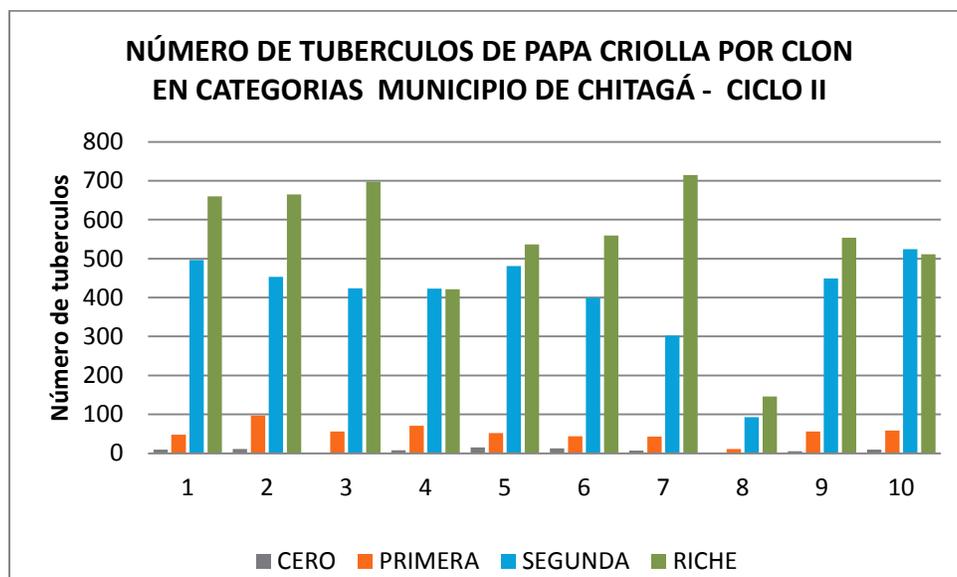


Figura 12. Numero de tubérculos por tamaño de papa criolla para el municipio de Chitagá para el ciclo II.

La producción de tubérculos del tamaño riche, puede ser el reflejo de problemas sanitarios de la planta generados por variables climáticas, especialmente la excesiva precipitación en el municipio de Chitagá. Las lluvias se convirtieron en factor de diseminación de enfermedades. Siendo la gota o anublo de la papa (*Phytophthora infestans*) la enfermedad más limitante. Por estas condiciones el control de la gota se dificulta, no es posible realizar aplicaciones fitosanitarias hasta que las lluvias disminuyan. De lo contrario el agricultor también se puede convertir en un factor de diseminación de la enfermedad.

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

4.1.2.1. Estadísticos descriptivos ciclo I.

Tabla 9.
Datos peso de tubérculos por categorías ciclo I

CLON	CERO	PRIMERA	SEGUNDA	RICHE
1	8.9	15.3	29.6	7.4
2	5.7	17.1	30.7	7.4
3	4.2	16.8	27.2	7.4
4	8.4	16.0	26.2	5.8
5	8.3	14.3	21.8	6.7
6	7.6	16.7	27.4	5.4
7	5.3	15.9	27.7	4.8
8	10.1	15.9	18.9	7.6
9	13.0	15.2	26.4	7.1
10	7.3	14.9	29.5	5.5
Media	7.9	15.8	26.5	6.5
Desv. estándar	2.54	0.91	3.65	1.03

Los resultados que muestra la figura 13, el tamaño de segunda fue el que mayor peso produjo en todos los clones sometidos a evaluación incluyendo el testigo. Determinando que todos los clones pueden ser comercializados fácilmente, este tamaño es el que mayor demanda requiriere para ser comercializado en fresco.

Para el tamaño de cero, los clones 8 y 9 superaron al testigo. Para el tamaño de primera, todos los clones a excepción del 5 superaron al testigo. En este ciclo la producción de peso de tamaño riche no fue representativa.

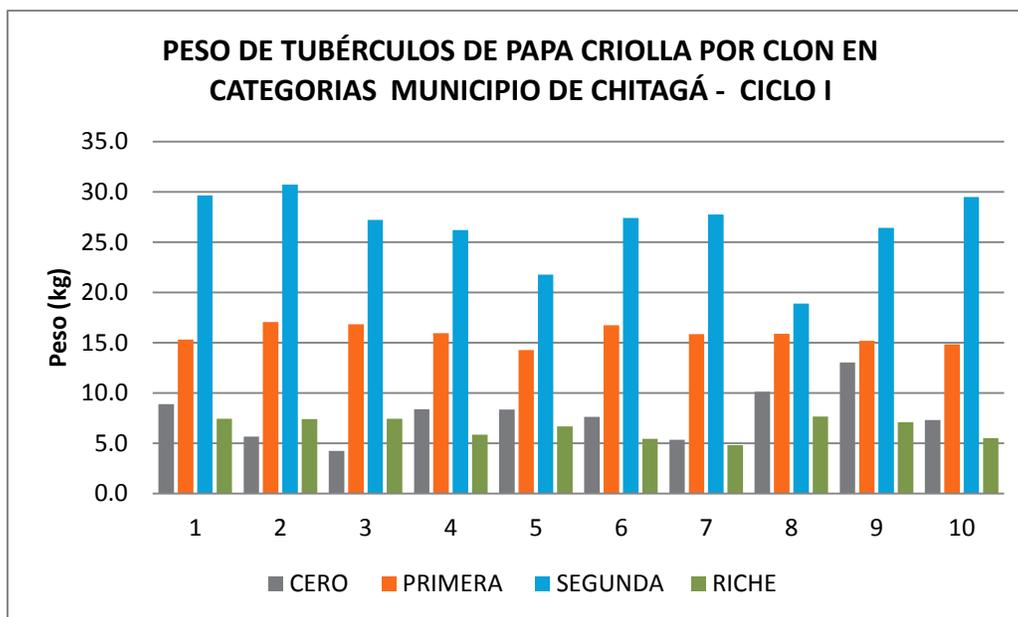


Figura 13. Peso de los clones de papa criolla por categorías para el municipio de Chitagá en el primer ciclo

4.1.2.2. Estadísticos descriptivos ciclo II

Tabla 10.

Datos peso de tubérculos por categorías ciclo II

CLON	CERO	PRIMERA	SEGUNDA	RICHE
1	8.9	15.3	29.6	7.4
2	5.7	17.1	30.7	7.4
3	4.2	16.8	27.2	7.4
4	8.4	16	26.2	5.8
5	8.3	14.3	21.8	6.7
6	7.6	16.7	27.4	5.4
7	5.3	15.9	27.7	4.8
8	10.1	15.9	18.9	7.6
9	13	15.2	26.4	7.1
10	7.3	14.9	29.5	5.5
Media	7.88	15.81	26.54	6.51
Desv.Estnd	2.54	0.90	3.64	1.03

En el segundo ciclo, el peso por tamaño de segunda fue el de mayor producción para⁴⁶ todos los clones. Comportándose de la misma manera que en el primer ciclo. Los clones 10, 5 y 9 superaron al testigo.

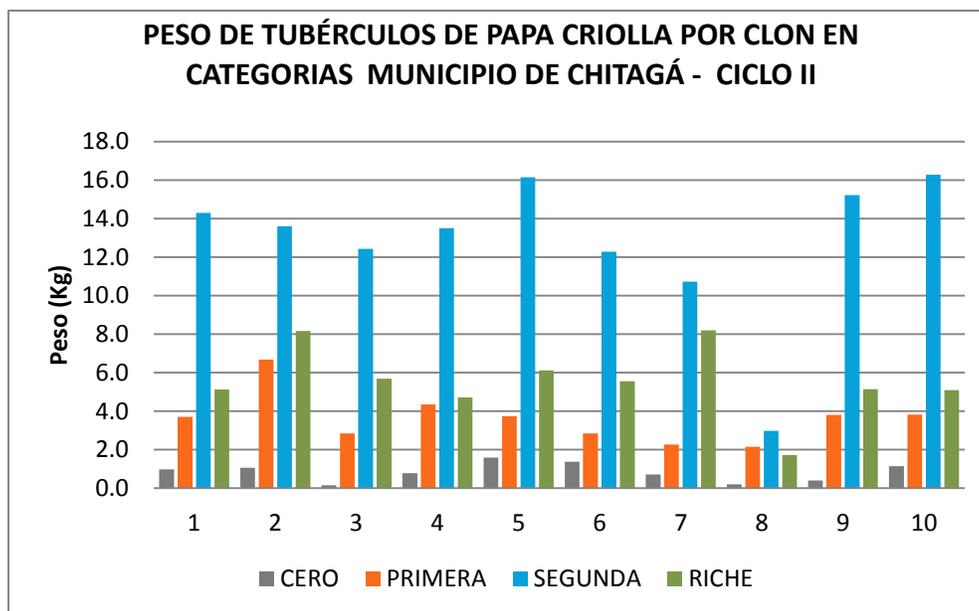


Figura 14. Peso de los clones de papa criolla por categorías en el segundo ciclo de cultivo municipio de Chitagá

Todos los clones produjeron muy poca cantidad de papa de tamaño cero. Lo que afecta el potencial de uso industrial.

4.1.2.3. Análisis de varianza de peso por ciclo, clon y categoría

Tabla 11.

Análisis de varianza de peso por ciclo, clon y categoría

Fuente de variación	DF Grados de libertad	SS Suma de cuadrados	MS Suma de cuadrados medios	F Estadísticos F	P.Valor
Ciclo	1	1441.60	1441.60	119.05	0.0000
Clon	9	79.70	8.86	0.73	0.6787
Categoría	3	2808.29	936.10	77.30	0.0000
Error	66	799.23	12.11		
Total	79	5128.83			

El análisis de varianza (ANOVA) da como resultado que hay diferencias significativas ⁴⁷ en el peso por ciclo con un (p-valor 0.00) y el peso por categorías con un (p-valor 0.00) lo que confirma los resultados anteriores (ver figura 15) donde el peso por categorías en los dos ciclos fue diferente. No hay diferencias significativas entre los clones, determinando que los pesos de los diez clones son similares.

4.1.2.4. Comparación múltiple

Tabla 12.

Prueba de Tukey comparaciones de peso por ciclo

Ciclo	Media	Grupos homogéneos
1	14.185	A
2	5.695	B
Alfa 0.05		Error estándar: 0.7781
Valor Q crítico: 2.823		Valor crítico de comparación: 1.5531

Hay diferencias significativas en la producción de peso por ciclos. Determinando que el ciclo donde más peso obtuvieron los clones sometidos a evaluación fue en el ciclo I con una media de (14.185).

Tabla 13.

Prueba de Tukey para comparaciones de peso por clon.

Clon	Media	Grupos Homogéneos
2	11.313	A
9	10.787	A
1	10.663	A
10	10.450	A
4	9.963	A
6	9.913	A
5	9.825	A
3	9.588	A
7	9.450	A
8	7.450	A
Alfa 0.05		Error estándar: 1.7399
Valor Q crítico: 4.629		Valor crítico de comparación: 5.6953

No hay diferencias significativas por parejas entre el peso por clon. Todos los clones 48

obtuvieron pesos similares, aun así el clon con mayor peso fue el clon 2 (11.313). El clon 9 (10.787), clon 1 (10.663). Los demás no superaron al testigo.

Tabla 14.

Prueba de Tukey de peso para categoría

Categoría	Media	Grupos homogéneos
Segunda	19.640	A
Primera	9.715	B
Riche	6.035	C
Cero	4.370	C

Alfa 0.05	Error estándar: 1.1004
Valor Q crítico: 3.728	Valor crítico de comparación: 2.9008

Hay 3 grupos (A, B, C). Las medias son significativas entre los grupos A y B, respecto al grupo C, no son significativamente diferentes uno del otro. Concluyendo que la producción de peso por categorías no son significativamente diferentes entre el grupo C, es decir para los tamaño de Cero y Riche. La categoría que mayor producción de peso obtuvo fue la categoría segunda, seguida de la categoría primera.

La prueba de Tukey (tabla 14), confirman los resultados obtenidos por Herreño (2015) donde la categoría segunda (diámetro entre 2 y 4cm) para todos los clones fue superior a las categorías de cero, primera y riche.

La figura 15, muestra que las categorías de cero, primera y segunda, presentan mejor rendimiento en cuanto al peso para el primer ciclo en comparación con el segundo ciclo de cultivo. Los resultados anteriores tienen relación con el trabajo realizado por Santos (2010), donde las variedades de papa criolla Galeras, Colombia, Latina y Guaneña los tamaños de mayor producción fue el tamaño de segunda.

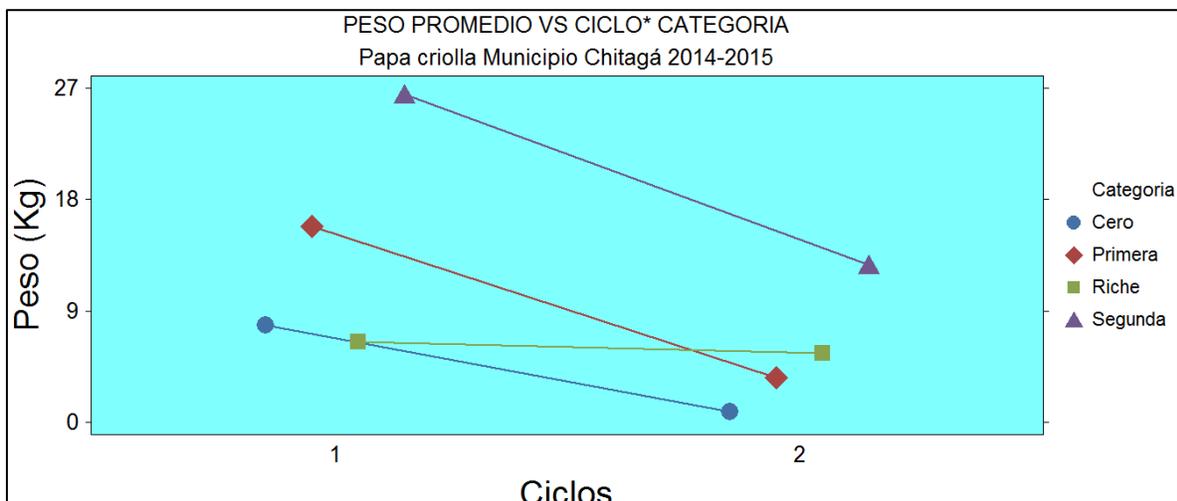


Figura 15. Peso promedio por ciclos en categorías

4.2. Rendimiento

En la figura 16, se observa el rendimiento en promedio total en los dos ciclos productivos (t.ha⁻¹) para cada uno de los clones sometidos a evaluación. Además, se compara con el rendimiento promedio del departamento Norte de Santander y con el rendimiento nacional.

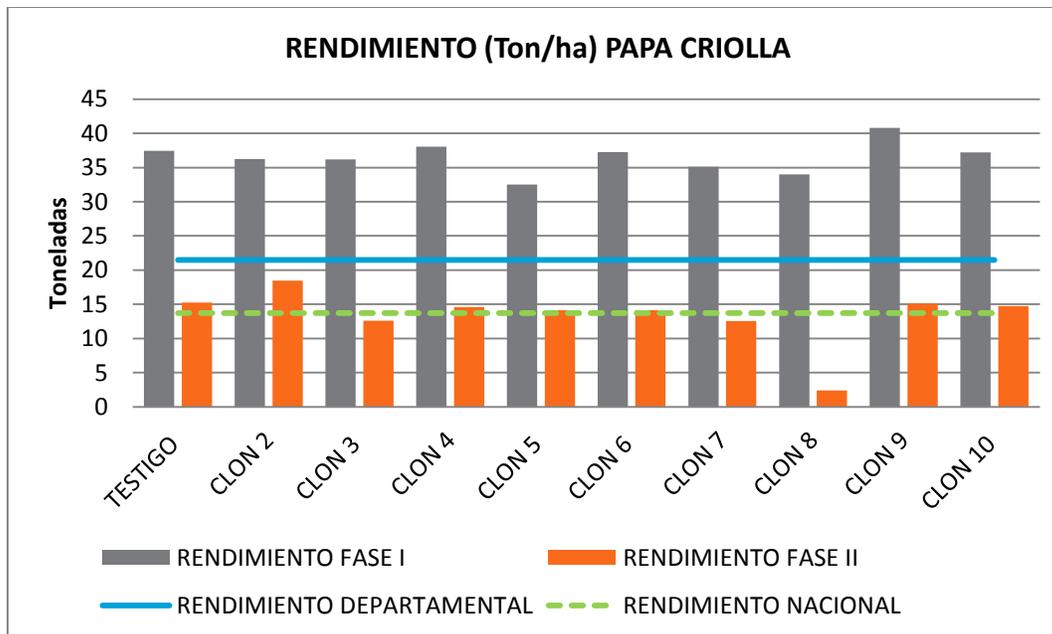


Figura 16. Rendimiento de papa criolla en dos ciclos productivos comparados con el rendimiento departamental y nacional.

4.2.1. Análisis de varianza del rendimiento de los clones por ciclo de producción. 50

Tabla 15.

Análisis de varianza del rendimiento de los clones por ciclo de producción

Fuente de variación	DF Grados de libertad	SS Suma de cuadrados	MS Suma de cuadrados medios	F Estadístico F	P.VALOR
Ciclo	1	2758.90	2758.90	433.26	0.0000
Clon	9	151.27	16.81	2.64	0.0822
Error	9	57.31	6.37		
Total	19	2967.48			
Gran media: 27.201					
Coeficiente de variación: 9.28					

El rendimiento por ciclo conlleva a rechazar la hipótesis nula, Significa esto que hay diferencias en el rendimiento por ciclo (p -valor < 0.05). A continuación se presentaran los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples para determinar donde se presentan las diferencias.

4.2.2. Prueba de comparación múltiple.

Tabla 16.

Prueba de Tukey para comparar el rendimiento por ciclo

Ciclo	Media	Grupos Homogéneos
1	38.946	A
2	15.456	B
Alfa 0.05		Error estándar: 1.1285
Valor Q crítico: 3.201		Valor crítico de comparación: 2.5542

La prueba de comparación múltiple arroja como resultados que hay diferencias significativas entre el rendimiento por ciclo. Donde el ciclo I (38.946) obtuvo mayor rendimiento que el ciclo II (15.456).

Prueba de Tukey comparación de rendimiento por clon

Clon	Media	Grupos Homogeneos
2	31.000	A
9	29.610	AB
1	29.290	AB
10	28.640	AB
4	27.345	AB
6	27.185	AB
3	26.350	AB
5	26.190	AB
7	25.955	AB
8	20.445	B
Alfa 0.05	Error estándar: 2.5234	
Valor Q crítico: 5.738	Valor crítico de comparación: 10.238	

Hay 2 grupos (A y B) en los cuales las medias no son significativamente diferentes uno a otro.

En la figura 18, Se observa que el rendimiento del ciclo I fue superior al rendimiento del ciclo II, la causa probable de esta disminución en rendimiento del ciclo II son las variables climáticas, las cuales se presentan en la Figura 17. Donde la fluctuación en las precipitaciones se presenta a partir del mes de marzo con la mayor precipitación reportada entre los meses de Junio y Julio. En el mes de junio, el cultivo se encontraba en etapa fenológica de floración, en este estado de desarrollo se inicia la formación de tubérculos a partir de la punta del estolón; la iniciación del tubérculo es controlada por reguladores hormonales de crecimiento. Para el mes de julio el cultivo tenía 67 dds, a esta fecha la papa se encontraba en fase fructificación, cuyo estadio consiste en el llenado y engrosamiento del tubérculo, con un incremento acelerado en su tamaño y peso. La disminución en el rendimiento se pueden atribuir a la coincidencia de severos ataques de gota generados por las excesivas precipitaciones de la zona, que afectaron gran parte

del área foliar de los clones evaluados, dentro de los que se destaca el impacto negativo sobre el clon 8 (figura 16).

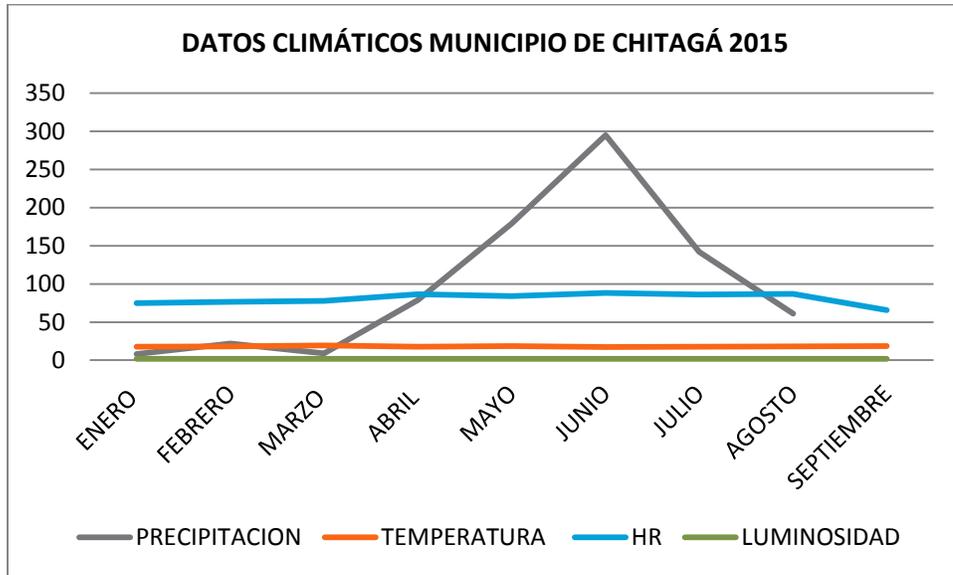


Figura 17. Datos climáticos de precipitaciones, temperatura, humedad relativa y luminosidad para el municipio de Chitagá – 2015

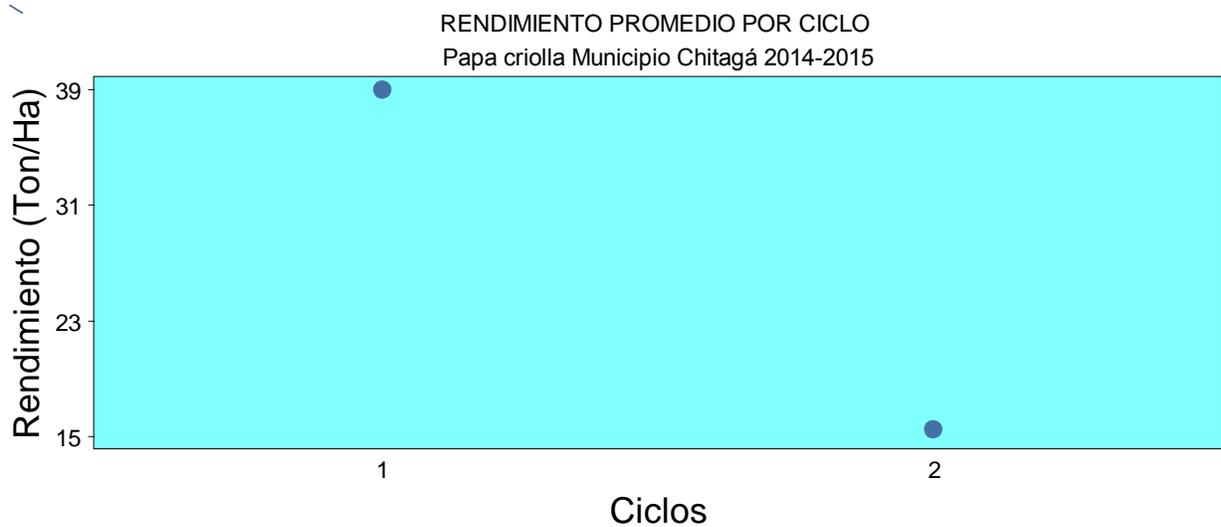


Figura 18. Rendimiento de papa criolla en dos ciclos productivos en el municipio de Chitagá - Norte de Santander

Se evidencia que el primer ciclo obtuvo mayor rendimiento, el clon 2 (42.7 t ha^{-1}) y el clon 9 (42.3 t ha^{-1}) superaron al testigo (42 t ha^{-1}), en términos generales, todos los clones

obtuvieron buena adaptación a las condiciones climáticas secas que se presentaron en el municipio de Chitagá durante el primer ciclo.

Para el segundo ciclo, a pesar del incremento notable en las precipitaciones, el clon 2 (18.4 t ha^{-1}) y el clon 9 (15.9 t ha^{-1}) superaron el testigo (15.2 t ha^{-1}) y también el promedio nacional pero no el promedio departamental.

Para el rendimiento del testigo “Criolla Colombia”, se confirma lo expuesto por Ñustez (2011), quien dice que para esta variedad, su potencial de rendimiento en condiciones óptimas de cultivo es de $15 \text{ a } 25 \text{ t.ha}^{-1}$.

Los resultados de este trabajo de investigación concuerdan con los resultados de las pruebas de evaluación agronómica (PEAs) realizadas en Nariño para el año 2014, donde el rendimiento total presentó diferencias altamente significativas entre genotipos, los genotipos superiores presentaron valores de 37.43 (UN-59); 37.09 (UN-4); 36.30 (UN-63); 36.09 (UN-52); 34.58 (UN-50) y 34.46 (UN-51)(t.ha^{-1}) respectivamente, los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí, a su vez los genotipos de menor rendimiento presentaron valores de 33.47 (Cr. Colombia); 33.39 (Cr. Galeras); $UN-64(32.81)$ y $UN-9 (33.09)(\text{t.ha}^{-1})$ los cuales a su vez fueron estadísticamente iguales entre sí. Vale la pena destacar que todos los genotipos evaluados presentaron un rendimiento total muy superior a la media nacional que se encuentra en 17.4 (t.ha^{-1})

4.3. Variables agronómicas (altura de la planta, número de tallos, largo y ancho de la hoja) determinando influencia en el rendimiento de los clones evaluados 54

4.3.1. Estadísticos descriptivos.

Tabla 18.
Datos de variables morfológicas

CLON	ALTURA DE LA PLANTA	NUMERO DE TALLOS	LARGO HOJA	ANCHO HOJA	RENDIMIENTO
1	94.84	47.92	77.56	89.45	42.04
2	86.94	43.97	76.34	87.27	41.75
3	81.61	41.30	70.31	81.50	38.22
4	89.58	45.29	76.00	87.47	38.67
5	85.88	43.44	76.62	88.48	35.02
6	86.98	43.99	74.20	85.16	39.23
7	81.66	41.33	71.59	83.15	36.88
8	101.84	51.42	81.68	89.12	36.06
9	90.76	45.88	76.74	87.80	42.34
10	83.00	42.00	74.65	86.00	39.23
Media	88.31	44.65	75.57	86.54	38.95
Desv.Estand	6.33	3.16	3.18	2.60	2.53

4.3.2. Matriz de correlaciones.

Tabla 19.
Correlaciones (Pearson)

Variable	Rto	Ahoja	Aplanta	Lhoja
Ahoja	0.9189			
Aplanta	0.5792	0.5392		
Lhoja	0.7796	0.8450	0.7505	
Ntallos	-0.2650	-0.1016	-0.464	-0.1997

Los resultados de la matriz de correlaciones muestran que todas las variables son significativas evaluadas entre toda la fuente del modelo estadístico.

4.3.3. Resultados de la Regresión lineal con todas las variables.

Para determinar la influencia de las variables independientes (altura de la planta, número de tallos, largo y ancho de la hoja) en el rendimiento se aplicó la técnica de regresión lineal múltiple cuyos resultados se presentan a continuación.

Tabla 20.
La regresión lineal para variables morfológicas

Variables	Coefficiente	Error estandar	T	P	VIF
Constante	-48.2446	27.3447	-1.76	0.0980	
Ahoja	0.73283	0.13188	5.56	0.0001	3.8
Ntallos	-4.85048	3.34315	-1.45	0.1674	1.4
Aplanta	0.18557	0.33871	0.55	0.5918	3.2
Lhoja	-0.13697	0.21998	-0.62	0.5429	6.3

R^2 : 0.8775

R^2 ajustado: 0.8449

Suma de cuadrados de los residuales (MSE): 24.2275

Desviación estándar: 4.92214

Los resultados de la regresión lineal (R^2 ajustado = 0.8449) muestra que las variables ancho de la hoja y número de tallos afectan el rendimiento de la papa en un 84.4%.

4.3.4. Análisis de Varianza en la regresión lineal.

Sirve en la regresión para analizar en forma conjunta los datos.

Tabla 21.
Análisis de varianza en la regresión

Fuente	DF	SS	MS	F	P
Regresion	4	2604.07	651.016	26.87	0.0000
Residual	15	363.41	24.227		
Total	19	2967.48			

En análisis de varianza aplicado en la regresión lineal, da como resultados que todas las variables morfológicas son significativas. Es decir, que estas afectan el rendimiento de la papa criolla.

4.3.5. Mejor modelo de regresión.

Se aplicaron procedimientos para obtener el mejor modelo de regresión.

Tabla 22.

La Mejor Regresión de Subconjunto Para para Rendimiento

P	CP	R ² Ajustado	R ²	Resid SS	Modelo variables
1	104.5	0.0000	0.0000	2967.48	Intercepte Sólo
2	3.1	0.8356	0.8443	462.045	A
2	32.0	0.5860	0.6078	1163.99	C
2	65.4	0.2986	0.3355	1971.87	B
3	1.4	0.8593	0.8741	373.688	A D
3	3.9	0.8370	0.8542	432.676	A B
3	5.1	0.8260	0.8443	461.944	A C
4	3.3	0.8517	0.8751	370.684	A C D
4	3.4	0.8508	0.8744	372.804	A B D
4	5.1	0.8342	0.8603	414.411	A B C
5	5.0	0.8449	0.8775	363.412	A B C D

Variables Independientes: (A) Ahoja (B) Aplanta (C) Lhoja (D) Ntallos

El coeficiente de Mayous (CP) nos indica cual es el mejor modelo. Determinan que el subconjunto 3 (CP= 1.4) siendo este el que más se acerca a cero, es el mejor modelo cuyas subconjuntos A (Ancho de la hoja) y D (Numero de tallos) son lo que más afectan el rendimiento de la papa criolla.

4.3.6. Regresión con las variables más influyentes.

Mejorando estas dos variables se obtendría mayor rendimiento. Ya que estas contribuyen a la variación del peso y por ende disminuyen el rendimiento expresado en toneladas por hectárea de la papa criolla.

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots B_4X_4 + \varepsilon$$

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_4X_4$$

$$Y = -48,75 + 0,68X_1 - 5,49X_4$$

$$Y = -48,75 + 0,68(\text{Ahoja}) - 5,49(\text{Ntallos})$$

Tabla 23.
La Regresión Lineal de Mínimos Cuadrados de rendimiento

Variabes	Coficiente	Error estandar	T	P	VIF
Constante	-48.7536	14.5695	-3.35	0.0038	
Ahoja	0.67746	0.06503	10.42	0.0000	1.0
Ntallos	-5.49488	2.74075	-2.00	0.0612	1.0

R²: 0.8741

R² ajustado: 0.8593

Suma de cuadrados de los residuales (MSE): 21.9817

Desviación estándar: 4.68846

El ancho de la hoja y el número de tallos afectan en un 85.9% el rendimiento de la papa criolla. A medida que aumenta el ancho de la hoja, aumenta el rendimiento. Esto tiene fundamento fisiológico en la planta debido a que el ancho de la hoja es significativo para el proceso de fotosíntesis. Los clones sometidos a evaluación obtuvieron una media de 5 tallos por planta, infiriendo que si se disminuye el número de tallos, aumenta el rendimiento de la papa criolla.

Estos resultados concuerdan con los de (Bustos et al., 1996) donde la Tasa de multiplicación en papa criolla variedad "yema de huevo" se ve afectada en forma significativa por la distancia entre plantas, no así por la distancia entre surcos. Distancias entre plantas menores de 0,30 m. disminuyeron la tasa de multiplicación, factor que se debe tener en cuenta, dependiendo del propósito de la producción del cultivar.

4.4. Ficha técnica de los clones que obtuvieron mayor rendimiento

Los resultados de este objetivo se muestran en la figura 19 y 20 donde los clones 2 y 9 superaron a la variedad utilizada como testigo "Criolla Colombia".

En esta ficha están los resultados de medias de rendimiento, expresado en toneladas por hectárea. Descripción y caracterización morfológica de la planta. Además se muestra la

descripción del clon 8 cuya finalidad comercial es interesante por poseer características de piel 58
morada.



CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN		
Identificación del Genotipo (Registro)	15062515 – Colección Central Colombiana de Papa – Corpoica		
Origen de Colecta	Corregimiento el Encanto, municipio de Pasto Nariño		
Habito de Crecimiento	Semi-erecto (2)		
Forma de la Hoja	Diseccionada (3)		
Tipo de Aristas del Tallo	Ondulado (2)		
Color del Tallo	Verde (1)		
Color primario de Flor	Rojo – Morado (3)		
Color Primario de la Baya	Verde con áreas pigmentadas (5)		
Color de la Piel del Tubérculo	Amarillo (2)		
Color de la carne	Amarillo (2)		
Profundidad de los ojos	Ligeramente profundos (5)		
Forma del Tubérculo	Redondo (2)		
Altura de la Planta	MÍNIMA	PROMEDIO	MÁXIMA
	81.60	86.94 cm	95.47
Número de Tallos	5		
Rendimiento	EPOCA SECA		EPOCA LLUVIOSA
	41.8 (t.ha ⁻¹)		20.2(t.ha ⁻¹)

Figura 19. Ficha técnica con descripción morfológica para el clon 2.



CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN		
Identificación del Genotipo (Registro)	15062594 – Colección Central Colombiana de Papa – Corpoica		
Origen de Colecta	Corregimiento el Encanto, municipio de Pasto Nariño		
Habito de Crecimiento	Semi-erecto (2)		
Forma de la Hoja	Disecionada (3)		
Tipo de Aristas del Tallo	Ondulado (2)		
Color del Tallo	Verde (1)		
Color primario de Flor	Rojo – Morado (3)		
Color Primario de la Baya	Verde con áreas pigmentadas (5)		
Color de la Piel del Tubérculo	Amarillo (2)		
Color de la carne	Amarilla (2)		
Profundidad de los ojos	Profundos (7)		
Forma del Tubérculo	Redondo (2)		
Altura de la Planta	MINIMA	PROMEDIO	MAXIMA
	74.80	90.76 cm	102.83
Número de Tallos	5		
Rendimiento	EPOCA SECA		EPOCA LLUVIOSA
	42.3 (t.ha ⁻¹)		16.9 (t.ha ⁻¹)

Figura 20. Ficha técnica con descripción morfológica para el clon 9.

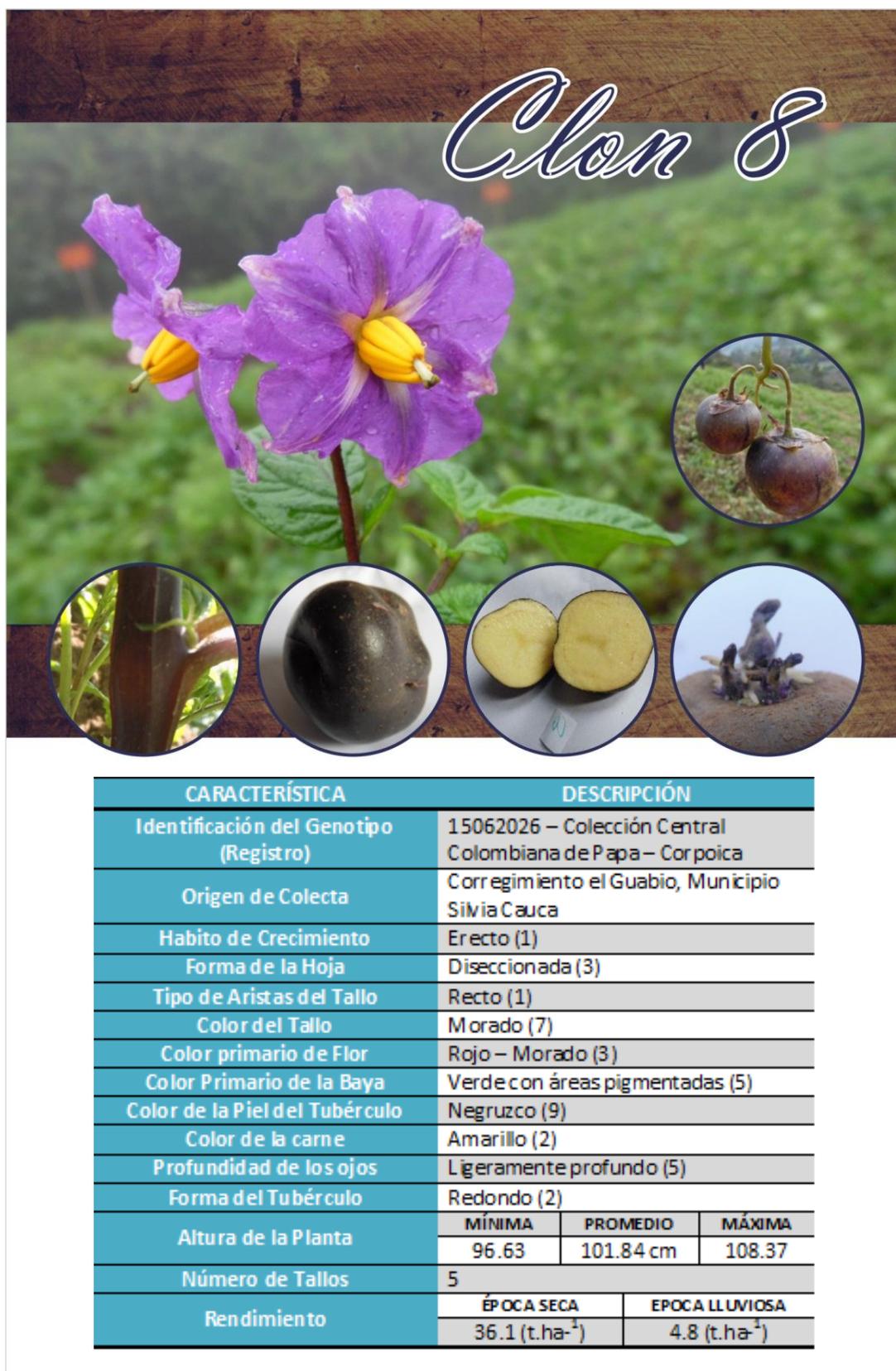


Figura 21. Ficha técnica con descripción morfológica para el clon 8.

- Los clones que superaron a la variedad criolla Colombia fueron los clones 2 y 9 en los dos ciclos productivos de papa criolla, teniendo buena adaptabilidad a las condiciones climáticas del municipio de Chitagá. Estos clones muestran buen potencial para ser lanzados como nuevas variedades para la región.
- El primer ciclo (Noviembre – Mayo) obtuvo mayor rendimiento en todos los clones, debido a las condiciones climáticas de tiempo seco.
- Las variables morfológicas con mayor influencia en el rendimiento son el ancho de la hoja; donde a mayor ancho, mayor rendimiento de la papa criolla y número de tallos; a menor número de tallos (promedio 3 tallos) mayor rendimiento de la papa criolla.

- Se sugiere que para estudios más precisos sobre el comportamiento de estos materiales se cuente con estaciones climatológicas automatizadas a nivel de finca para relacionar las variables climáticas con los resultados.
- Para la toma de datos a nivel de campo es necesario contar con máquinas clasificadoras de papa de pequeña escala que faciliten la labor de contar y pesar los tubérculos
- Se requiere una mayor capacitación en manejo de las pruebas regionales antes de iniciar las labores de campo para poder tener claras las metodologías de evaluación que requiere estos estudios.

AGRONET, Análisis - Estadísticas. Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural, República de Colombia. <http://www.agronet.gov.co>. Acceso: 27 de Marzo (2015).

Becerra, L., Navia, S. & Ñustez, C. (2007). Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar “Criolla Guaneña” en el Departamento de Nariño. *Revista de la Asociación Latinoamericana de la Papa*. 14(1), 51-60.

Bustos, P., Arias, V. & Ñustez, E. (1996). Interrelación entre la densidad de tallos y la tasa de multiplicación de tubérculos en papa criolla (*Solanum phureja juz. et buk*) variedad "yema de huevo". *Revista Agronomía Colombiana*. 162-166

Carmona, G., Fano, M., Ordinola, Y., & G. Scott. (1998). Experiencias de exportación de la papa amarilla peruana. Centro Internacional de la Papa (CIP); Asociación de Exportadores (ADEX), Lima.

Carrasco, T. (2005). Descripción de clones de papa criolla “Yema de Huevo” colectadas en diferentes campos de cultivo. *Revista de papa*. Departamento técnico Fedepapa.

Cerón, M. (2008). *Complemento al informe N° 1096-ST14 (17438-17440). Reporte de resultados de análisis de suelo completo*. Por Laboratorio de suelos, aguas y plantas de Corpoica. Recuperado de: correo electrónico. 2015/01/08.

Cerón, M. (2014). Comunicación verbal.

Esquema de Ordenamiento Territorial municipio de Chitagá.
[http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/diagnostico_biofisico_chitag%C3%A1_\(77_pag_283_kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/diagnostico_biofisico_chitag%C3%A1_(77_pag_283_kb).pdf) Fecha:02/10/2015 Hora: 2:31pm

Federación colombiana de productores de papa. (2014). Fedepapa. El cultivo de la Papa. URL: http://www.fedepapa.com/?page_id=401

Federación colombiana de productores de papa. (2010). Fedepapa. *Acuerdo de competitividad de la cadena agroalimentaria de la papa en Colombia*. URL: <http://www.fedepapa.com/wp-content/uploads/pdf/ACUERDO-COMPETITIVIDAD-CADENA-AGROALIMENTARIA-PAPA.pdf>. 16/08/2015. Hora 5:39pm

Fonseca, C., Salas, E., & Mendiburu, F. (2010). Guía de evaluación y recolección de datos: Metodología Mamá & Bebé para la selección participativa de variedades. Centro Internacional de la Papa (CIP), Red Latín Papa, Lima (por publicarse).

Gómez, R. (2000). *Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papas Nativas*. Perú.

Ghislain, M., Andrade, D., Rodríguez, F., Hijmans, R. & Spooner, D. (2006). Genetic analysis of the cultivated potato *Solanum tuberosum* L. Phureja Group using RAPDs and nuclear SSRs. *Theor. Appl. Genet.* 113, 1515-1527.

Hawkes, J. (1990). The potato: evolution, biodiversity and genetic resources. *Belhaven Press*, Washington DC.

Herreño, E. (2015). *Evaluación de la producción y características del tubérculo de nueve genotipos nativos de papa criolla (solanum phureja juz et buk l.) en el municipio de Mutiscua –Norte de Santander*. Tesis de pregrado. Universidad de Pamplona. Pamplona Norte de Santander.

Huamán, Z. & Spooner, D. (2002). Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum*sect. *Petota*). *Amer. J. Bot.* 89, 947-965.

Huamán, Z. (1986). *Botánica sistemática y morfología de la papa*. Boletín de información técnica 6. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima. 22 p.

Ligarreto, G. (2000) Identificación y análisis de la variabilidad morfológica de 59 cultivares de papa criolla (*Solanum phureja* juz. et buk.). *Agronomía Colombiana*. ISSN (Versión impresa): 0120-9965. 83 p.

Ligarreto, G. & Suarez, M. (2003). Evaluación del potencial de los recursos genéticos de papa criolla (*Solanum phureja*) por calidad. *Agronomía Colombiana*. ISSN (Versión impresa): 0120-9965. 83 p.

Ligarreto, G. (2005) I Evaluación de cinco genotipos promisorios de papa *Solanum tuberosum* sp. Andígena según desempeño agronómico y calidad industrial *Agronomía Colombiana*.

Luján, L. (1990). Como cultivar papa. *Revista Papa. No. 1*. Fedepapa. Bogotá D.C., pp. 17 – 26

Minagricultura. (2010).

Mosquera, C. Copyright 1992. La modesta papa criolla. Mayor productor de papa criolla en el país. Colombia.

Ñustez, L. & Carlos, E. (2011). *Variedades colombianas de papa*. Universidad Nacional de Colombia. Primera edición, ISBN 978-958-761-100-7. 2011. p. 38-44

Pérez, L., Rodríguez, L. & Gómez, M. (2008). Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y Mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn y Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (*Solanum phureja*) variedad “Criolla Colombia”. *Agronomía Colombiana*. (26)3. p. 477-485.

Piñeros, C. (2009). Recopilación de la investigación del sistema productivo papa criolla. Bogotá. Colombia. P. 89.

Plan de ordenamiento territorial del municipio de Chitagá – Norte de Santander 2012 – 2016. 66
Alcaldía de Chitagá.

Rodríguez, L., Nústez, L. & Estrada, C. (2009). Criolla Latina, Criolla Paisa y Criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el Departamento de Antioquia (Colombia). *Agronomía colombiana*. 27(3), 289-303.

Sánchez, J., López, A. & Rodríguez, L. (2005). Determinación de las etapas críticas en el desarrollo fenológico del cultivo de la papa *Solanum phureja*, frente al ataque de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (*Lepidóptera: Gelechiidae*). *Revista Agronomía Colombiana* 23(2): 230-238

Sifuentes, E., Macias, J., Podaca, M. & Cortez, E. (sf). Predicción de la fenología de la papa, principios y aplicaciones prácticas. Resultados de proyectos.

Spooner, D.M., J. Núñez, G. Trujillo, M. del R., Herrera, F., Guzmán & Ghislain, M. (2007). Extensive simple sequence repeat genotyping of potato landraces supports a major reevaluation of their gene pool structure and classification. *PNAS* 104, 19398-19403.

Universidad de Pamplona. Acuerdo No.186 de la Universidad de Pamplona del 02 de diciembre de 2005. Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado. 2005. P 21-25.

Villamizar, C. (2015). Comunicación verbal.

Wiersema, S. (1987). Efecto de la densidad de tallos en la producción de papa. *Boletín de información técnica I*. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, 18 p.

Anexo 1. Análisis de suelo del lote donde se estableció la parcela de investigación.

Determinacion analítica	Interpretación
Textura al tacto	Arcillo-arenoso
pH	Moderadamente Acido (5,75)
Conductividad electrica	No salino
Materia Orgánica (MO)	Bajo
Fosforo disponible (P)	Alto
Azufre disponible (S)	Bajo
Calcio intercambiable (Ca)	Medio
Magnesio intercambiable (Mg)	Bajo
Potasio intercambiable (K)	Alto
Sodio intercambiable (Na)	Normal
Capacidad de intercambio cationico (CICE)	Bajo
Hierro disponible (Fe)	Alto
Manganeso disponible (Mn)	Bajo
Zinc (Zn)	Medio
Cobre disponible (Cu)	Alto
Boro disponible (B)	Medio

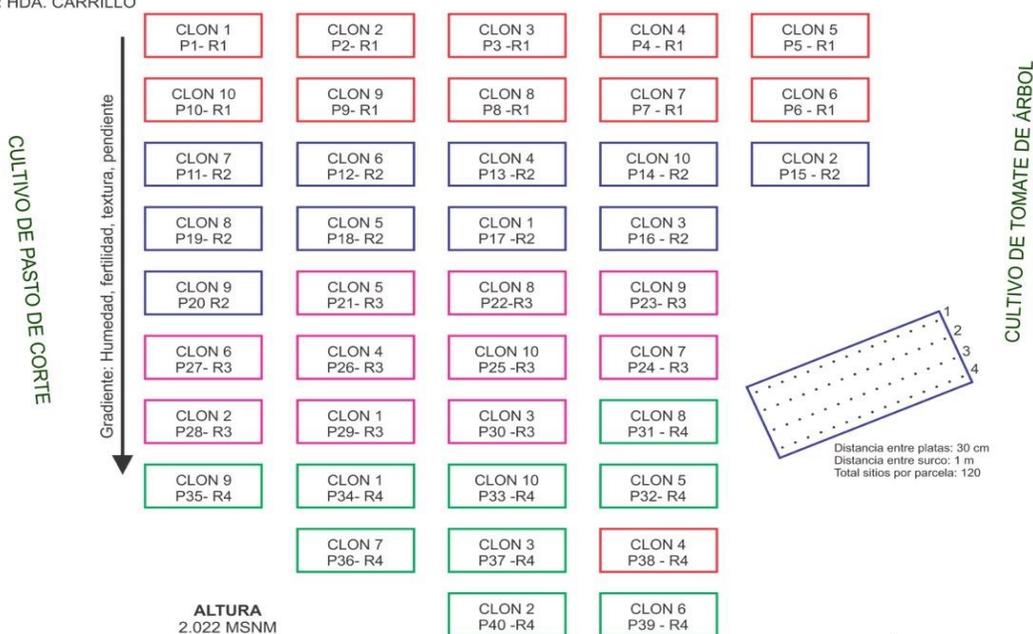
Laboratorio de suelos, aguas y plantas Corpoica.

Recuperado de: Complemento al informe N° 1096-ST14 (17438-17440). María del socorro Cerón Lasso.

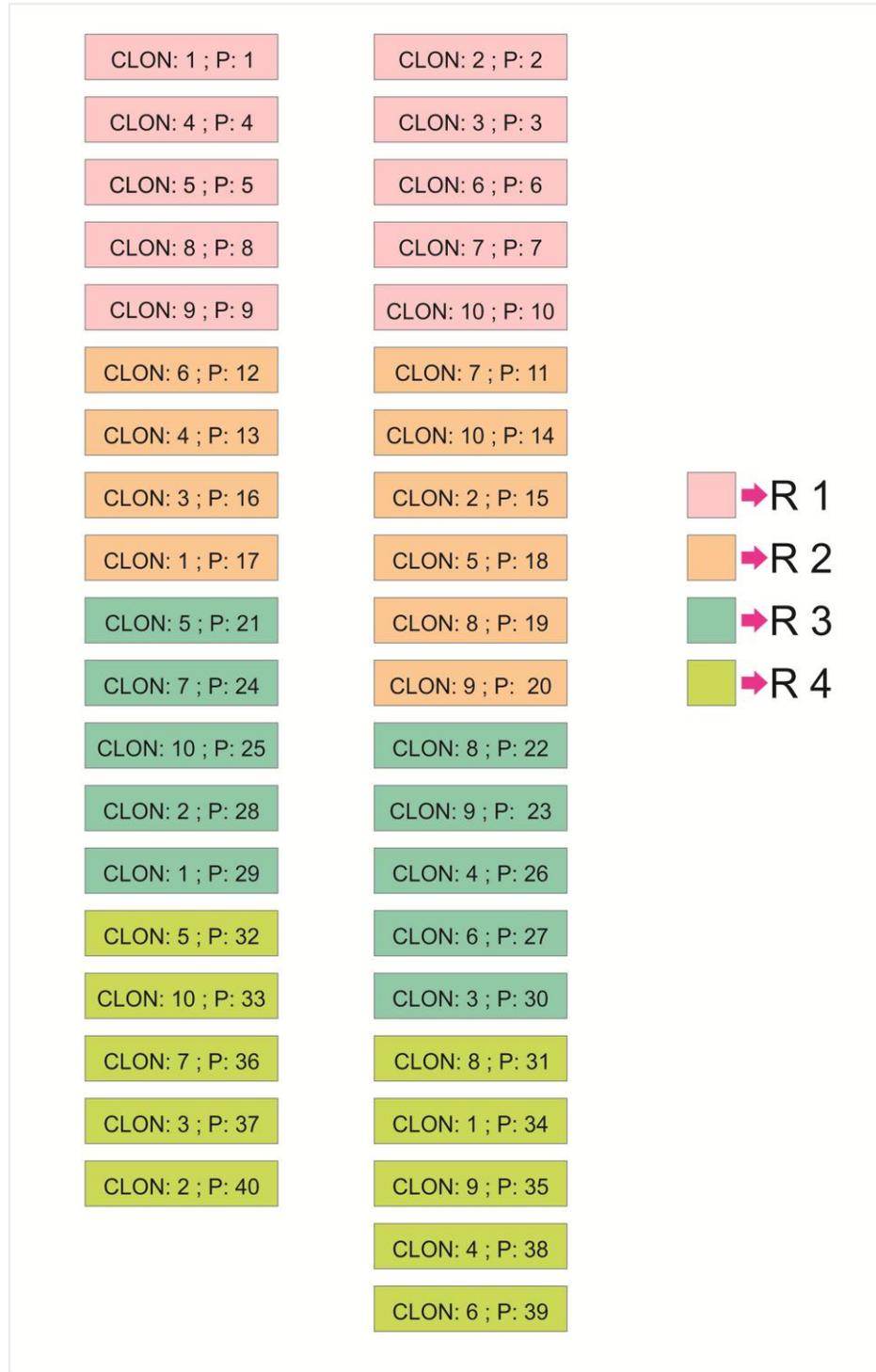
Anexo 2. Diseño experimental de la parcela en el primer ciclo de cultivo

MUNICIPIO: CHITAGÁ
VEREDA: CARRILLO
FINCA: HDA. CARRILLO

CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL



Diseño Experimental - Papa Criolla
Municipio de Chitagá (Norte de Santander)



Anexo 6. Formatos de campo para los rendimientos de los clones de *S.phureja*

Información de producción														
No. De parcela	PLANTAS COSECHADAS			PESO DE LOS TUBERCULOS/CLASES					No. Total tub/surc	PESO DE LOS TUBERCULOS/CLASES				Peso total en kg por surco
	Genealogía	Surcos	Total plantas cosechadas	0	1ra.	2da.	Riche	0		1ra.	2da.	Riche		
1	CLON 2	Borde												
		Central												
		Borde												
2	CLON 3	Borde												
		Central												
		Borde												
3	CLON 4	Borde												
		Central												
		Borde												
4	CLON 5	Borde												
		Central												
		Borde												
5	CLON 6	Borde												
		Central												
		Borde												
6	CLON 7	Borde												
		Central												
		Borde												
7	CLON 8	Borde												
		Central												
		Borde												
8	CLON 9	Borde												
		Central												
		Borde												
9	CLON 10	Borde												
		Central												
		Borde												
10	Testigo	Borde												
		Central												
		Borde												
11	CLON 3	Borde												
		Central												
		Borde												
12	CLON 2	Borde												
		Central												
		Borde												
13	CLON 8	Borde												
		Central												
		Borde												
14	CLON 9	Borde												
		Central												
		Borde												
15	Testigo	Borde												
		Central												
		Borde												
16	CLON 4	Borde												
		Central												
		Borde												
17	CLON 5	Borde												
		Central												
		Borde												
18	CLON 7	Borde												
		Central												
		Borde												
19	CLON 6	Borde												
		Central												
		Borde												
20	CLON 10	Borde												
		Central												
		Borde												
21	CLON 8	Borde												
		Central												
		Borde												
22	Testigo	Borde												
		Central												
		Borde												
23	CLON 3	Borde												
		Central												

Anexo 7. Estadísticos descriptivos número de tubérculos por tamaño de papa criolla Ciclo I - Chitagá

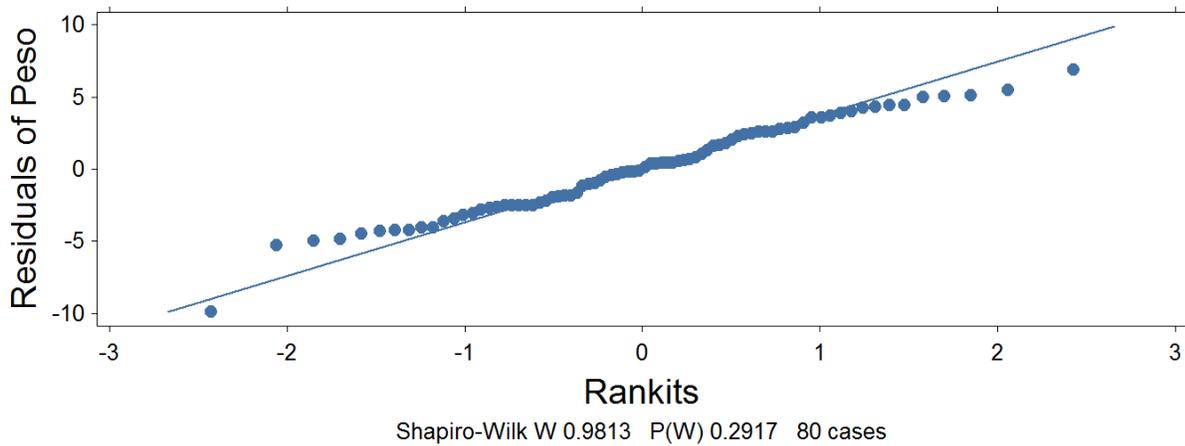
CLON	CERO	PRIMERA	SEGUNDA	RICHE
1	72	196	1078	981
2	59	338	1417	1087
3	41	290	1009	915
4	72	303	1134	1059
5	74	243	845	815
6	81	307	1063	768
7	54	284	903	714
8	88	327	526	518
9	132	254	1203	934
10	65	249	1184	734

Anexo 8. Estadísticos descriptivos número de tubérculos por tamaño de papa criolla Ciclo II - 71 Chitagá

CLON	CERO	PRIMERA	SEGUNDA	RICHE
1	10	48	497	660
2	11	97	454	665
3	2	56	424	698
4	8	71	423	421
5	15	52	481	536
6	13	44	399	559
7	7	43	302	715
8	2	11	93	146
9	5	56	449	553
10	10	59	524	511

Anexo 9. Supuesto normalidad. Análisis de varianza de dos factores peso por categorías. Se cumple el supuesto de normalidad

Normal Probability Plot



Anexo 10. Supuesto normalidad Análisis de varianza de dos factores rendimiento en dos ciclos

Normal Probability Plot

