

COMPARACIÓN DE DIEZ CLONES DE PAPA CRIOLLA (*Solanum phureja*, Just et Buck
DURANTE DOS CICLOS PRODUCTIVOS EN LA VEREDA CHICHIRA DEL MUNICIPIO
DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER

MÓNICA FABIOLA GARCÍA SOTO

COD: 1094662384

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
INGENIERIA AGRONÓMICA
PAMPLONA

2016

COMPARACIÓN DE DIEZ CLONES DE PAPA CRIOLLA (*Solanum phureja*, Just et Buck)
DURANTE DOS CICLOS PRODUCTIVOS EN LA VEREDA CHICHIRA DEL MUNICIPIO
DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER

MÓNICA FABIOLA GARCÍA SOTO

COD: 1094662384

Trabajo de investigación profesional presentado como requisito para optar al título de Ingeniero

Agrónomo

Director

CÉSAR VILLAMIZAR QUIÑONEZ

I.A. MsC.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
INGENIERIA AGRONOMICA

PAMPLONA

2016

Dedicatoria

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy ya que gracias a él, hoy puedo culminar parte de mis sueños, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por regalarme mi familia pues, han sido mi soporte y compañía durante todo este periodo de estudio.

A mis Padres Rafael y Marina y a mi Nonita quienes son la inspiración y fuerza para realizar cada una de mis metas

A mis sobrinos fuente de amor e inspiración

A mis Ángeles que desde el cielo me guían y me cuidan

A todos mis amigos y compañeros por el apoyo y respaldo.

MÓNICA FABIOLA GARCIA SOTO.

Agradecimientos

A la Universidad de Pamplona, fuente de conocimiento
y sabiduría para mi formación académica.

A todos los Facilitadores, guías, maestros y orientadores
que se entregaron a la digna misión de formarme como
profesional útil a la educación.

En especial al profesor César Villamizar Quiñones, por
su valioso aporte académico, personal y moral en este mi
trabajo de grado.

Al señor Pedro Pablo Ocampo por permitir la realización
de la investigación en su finca, a la docente Gladis
Montañez por su valiosa colaboración en este proyecto

A mi familia, a mis amigas y a la familia Contreras
García por su ayuda y comprensión incondicional
durante la realización de este trabajo

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el objeto de evaluar el rendimiento agronómico de diez clones de papa criolla durante dos ciclos productivos, en el municipio Pamplona Norte de Santander, a una altitud de 2.416 m.s.n.m. Los ensayos se montaron en suelos de topografía ondulada, poco profundos, ácidos, y con baja fertilidad. En ambos casos se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La recolección de los datos se realizó siguiendo la metodología planteada por el CIP y CORPOICA para las pruebas de evaluación agronómica. La cosecha se realizó a los 130 días contando y pesando el peso de los tubérculos de cada material de acuerdo a su tamaño. Los datos presentaron un ajuste lineal y se aplicó una correlación de Pearson y una regresión lineal múltiple. Las variables con mayor correlación con el rendimiento en peso, son el número de tallos por planta con el 65% y el diámetro de los tallos 55%. En cuanto al rendimiento en toneladas por hectárea se determinó que el ciclo 1 obtuvo mejores rendimientos con 36,65 t/ha que el ciclo 2 que produjo 24,92 ton/ha. En relación con los clones evaluados, 6 de ellos superaron en rendimiento al testigo que es la Variedad Colombia. Todos los clones evaluados superan la media nacional (13.7 t/ha) y departamental (21.5).

Palabras claves: *Solanum phureja*, componentes del rendimiento, rendimiento, categorías.

Tabla de Contenidos

Capítulo 1.....	xi
1.1 Introducción.....	xi
1.2 Problema.....	xiii
1.3 Justificación.....	xv
1.4 Delimitación.....	xvii
1.5 Objetivos.....	xviii
1.5.1 Objetivo general.....	xviii
1.5.2 Objetivos específicos.....	xviii
Capítulo 2 Marco referencial.....	1
2.1 Antecedentes.....	1
2.2 Marco teórico.....	7
2.2.1 Morfología de la planta de papa criolla.....	7
2.2.2 Características Morfológicas de la papa.....	10
2.2.3 Desarrollo del cultivo en Colombia.....	12
2.2.4 Principales municipios productores papa criolla.....	13
2.2.5 Requerimientos de la producción.....	17
2.2.6 Tecnología de producción.....	17
2.2.7 Preparación del terreno.....	18
2.2.8 Siembra.....	18
2.2.9 Aporque.....	19
2.2.10 Fertilización.....	20
2.2.11 Manejo fitosanitario.....	20
2.2.12 Manejo de insectos.....	21
2.2.13 Manejo de enfermedades.....	22
2.2.14 Manejo de arvenses.....	22
2.2.15 Cosecha.....	23
2.2.16 Poscosecha.....	23
2.2.17 Mercados.....	24
2.2.19 Requerimientos de calidad.....	25
2.2.18 Composición nutricional.....	26
2.3 Marco legal.....	28
3.1 Localización.....	30
3.2 Material vegetal.....	30
3.3 Diseño experimental.....	32
3.4 Preparación del terreno.....	33
3.5 Siembra.....	34
3.6 Aporque.....	34
3.7 Cosecha.....	34
3.8 Toma de datos.....	34
3.9 Evaluaciones participativas.....	35

Capítulo 4 Resultados y discusión	37
4.1 Estadísticas descriptivas.....	37
4.2 Técnicas estadísticas multivariadas	38
4.2.1 Disposición matricial	40
4.2.2 Modelo estadístico	40
4.2.3 Contraste de hipótesis	41
4.2.4 Verificación de normalidad.....	41
Conclusiones	59
Recomendaciones	60
Lista de referencias	61
Anexos	66

Listado de Tablas.

Tabla 1 Características morfológicas de la papa.....	10
Tabla 2 Municipios productores de papa criolla.....	13
Tabla 3 Composición Nutricional de Papa criolla	27
Tabla 4 Registro y origen de colecta de los clones nativos de papa criolla.....	31
Tabla 5 Estadísticas descriptivas para los componentes agronómicos evaluados durante los ciclos	37
Tabla 6 Disposición general matricial diseño de dos factores.....	40
Tabla 7 Análisis de varianza “ANOVA” rendimiento de papa vs clon*ciclo	42
Tabla 8 Comparaciones Múltiples (tukey).....	43
Tabla 9 Matriz de correlaciones.....	48
Tabla 10 Resultados de análisis de regresión lineal múltiple	50
Tabla 11 Mejor subconjunto de modelo de regresión.....	51
Tabla 12 Regresión del rendimiento con el número y diámetro de tallos.	52
Tabla 13 Resultados de la votación de las variables seleccionadas por los agricultores en la evaluación participativa en el momento de la cosecha.	55
Tabla 14 Resultados de votación de los clones según los criterios escogidos anteriormente.....	56
Tabla 15 Resultados de degustación de agricultores en evaluación participativa	57

Listado de figuras

Figura 1 Desarrollo del sistema radical y tallos aéreos.....	8
Figura 2 Planos de Siembra	33
Figura 3 Supuesto de normalidad del rendimiento.	41
Figura 4 Rendimiento Tn/Ha. Papa criolla- Municipio de Pamplona.....	44
Figura 5 Rendimiento del ciclo 1 en toneladas por hectárea	45
Figura 6 Rendimiento ciclo 2 en toneladas por hectarea	46
Figura 7 Diagrama de dispersión rendimiento comparado con el número de tallos.....	47
Figura 8 Comparación del rendimiento por categorías en toneladas por hectárea	53

Listado de anexos

Anexo 1 Análisis de suelo.....	66
Anexo 2 Formatos de campo para la caracterización morfológica y agronómica de los clones de <i>Solanum phureja</i>	67
Anexo 3 Formatos de campo para los rendimientos de los clones de <i>Solanum phureja</i>	68
Anexo 4 Evidencia Fotográfica	69

Capítulo 1

1.1 Introducción

El sistema de producción de papa criolla (*Solanum phureja*, Just et Buck), es muy importante para los municipios de clima frío ubicados en la provincia de Pamplona, pues su producción atiende las demandas de Santander, Norte de Santander, Arauca, César, Magdalena y la Guajira. La actividad es desarrollada en 993 pequeñas unidades productoras, ubicadas principalmente en los municipios de Mutiscua, Pamplona, Silos, Cácuta y Chitagá. El área sembrada en el 2013, según la Secretaría de Desarrollo Económico alcanzó 379 hectáreas, con una producción de 13.698 toneladas y un rendimiento de promedio de 21,5 t/ha, superior al promedio nacional. Por la importancia del cultivo de la papa criolla en la región y las necesidades sentidas de los productores, expresadas en el Curso de actualización tecnológica realizado por CORPOICA en alianza con la Universidad de Pamplona, surge esta propuesta de trabajo de grado, que busca determinar, mediante la comparación en dos ciclos de siembra, el rendimiento de 10 clones de papa criolla (*Solanum phureja*), con la participación de los productores. La Prueba de Evaluación Agronómica (PEA), se ubicó en el municipio de Pamplona, vereda Chíchira, finca Santa Isabel. La prueba consta de diez clones sembrados mediante un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones, la unidad experimental está conformada por 120 plantas. Se evaluaron aspectos morfoagronómicos, sanitarios y de rendimiento teniendo en cuenta las metodologías desarrolladas por el Centro Internacional de la Papa (CIP) y ajustadas por CORPOICA.

Se espera que al cabo de dos años de trabajo se pueda identificar un nuevo material genético apto para la región teniendo en cuenta el comportamiento del cultivo en la altura, clima y suelos junto con las labores culturales de los agricultores de la zona.

La metodología a seguir fue la localización del terreno seguida de su preparación, después aplicar el diseño de bloques completos al azar y realizar las siembras de cada uno de los clones. Se tomaron datos sobre la germinación y en floración, el número de tallos, altura de la planta, calibre del tallo y número de hojas. En la cosecha, se contaron y pesaron los tubérculos por categoría evaluando la incidencia de plagas, enfermedades y anormalidades de tubérculos. En el primer ciclo los agricultores definieron las anteriores variables como las de mayor relevancia y seleccionaron los materiales de mejor perspectiva en la floración y posteriormente durante la cosecha.

1.2 Problema

La papa, es el primer cultivo y la principal fuente de ingresos de las zonas frías de los Santanderes y de Colombia. Las variedades de *Solanum phureja* que se cultivan en la región corresponde a la criolla amarilla o “yema de huevo” denominada como variedad Colombia. El continuo uso de semillas producida en la finca genera bajos rendimientos a causa de la erosión genética y la contaminación gradual de las variedades cultivadas, ocasionada por hongos, bacterias, virus y plagas. Lo anterior hace que año tras año el agricultor aumente los costos de producción debido al incremento de fertilizantes, fungicidas e insecticidas. Para competir en los mercados internacionales hay que ser competitivos en calidad, costos y precios, y en Colombia los costos de producción de los cultivos son muy elevados por las razones anteriormente señaladas.

Según el Anuario Estadístico del Norte de Santander para el año 2013 el área cosechada alcanzo 679 hectáreas con un rendimiento promedio de 21,5 t/ ha y una producción total de 13.698 toneladas, cultivadas en 996 explotaciones ubicadas en suelos pobres y pendientes.

Los productores de papa criolla del municipio de Pamplona, se caracterizan por cultivar menos de una hectárea, con bajos recursos económicos, restricciones de capital y crédito que dependen de un solo material genético y acuden al uso indiscriminado de agroquímicos incrementando los costos de producción y el impacto ambiental.

Por lo anterior, esta investigación pretende responder las siguientes dudas:

- ¿Existe un nuevo material genético que supere los rendimientos obtenidos por los agricultores con la variedad de papa criolla que utilizan actualmente?
- ¿Qué características deben poseer las plantas y los tubérculos según la percepción de los agricultores, para obtener mejores rendimientos?
- ¿Cuáles variables del componente agronómico influyen más en el rendimiento de los materiales en estudio?

1.3 Justificación

Actualmente, la papa criolla se cultiva en pequeñas áreas al margen del cultivo de papa común, en surcos dentro del mismo, o en huertas familiares. Los principales departamentos productores en Colombia son Cundinamarca, Boyacá, Nariño, Antioquia, Cauca, Norte de Santander y Santander. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006)

Botánicamente es una planta de 60 cm. de alto, conformada por varios tallos herbáceos con muchas ramificaciones de donde brotan flores blancas o rojas que se conservan hasta el final del ciclo y hojas compuestas de color verde oscuro. El sistema radical se conforma de raíces con ramificaciones laterales y estolones a partir de los cuales se forman los tubérculos, que son órganos de reserva de la planta. El color de los tubérculos tiene distintos matices de amarillo y, en algunos casos, presenta tintes rojos; tiene forma redonda a ovoide, ojos u hoyos distribuidos por toda la superficie. En promedio, se estima que la planta produce hasta 40 tubérculos esparcidos en contorno. Su vida como producto fresco es de pocos días, por tanto se brota o germina con prontitud. Su periodo vegetativo requiere 4 a 5 meses.

[http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm#Desarrollo del cultivo en Colombia](http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm#Desarrollo%20del%20cultivo%20en%20Colombia) [consultado 25 noviembre de 2015]

Actualmente se desarrollan programas de investigación en Poscosecha sobre empaques adecuados para el producto. Así mismo, se están estudiando otras posibilidades de transformación aprovechando su excelente calidad culinaria, su alto valor alimenticio y la gran

aceptación de la papa criolla por parte del consumidor interno.

http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm#Desarrollo del cultivo en Colombia.

El presente trabajo brindara un material genético de papa criolla que se adapte a las condiciones agroecológicas del municipio de Pamplona, con buenos rendimientos, resistente a enfermedades y plagas. Para así ayudar a fortalecer la economía del municipio.

De esta forma se espera aportar elementos para la solución a los problemas actuales en los cultivos de papa criolla de la región y el municipio y sus alrededores. Beneficiando no solo a los productores si no a los comerciantes y consumidores que obtienen productos de alta calidad con mejores costos.

1.4 Delimitación

Con el siguiente trabajo se trató de solventar las deficiencias en el conocimiento que presentan los agricultores sobre nuevos clones de papa criolla en el departamento de Norte de Santander, con el propósito de ampliar los cultivos e incrementar la producción de este importante producto.

El desarrollo de la investigación tuvo un alcance de tipo científico y técnico; de tipo científico al conocer el rendimiento agronómico de diez clones, permitió tener más facilidad de identificar los clones que mejor se adaptaron a la zona y de tipo técnico al logro identificar las variables que influyen directamente en el rendimiento agronómico del cultivo de la papa criolla ayudará a que los agricultores le brinden un mejor manejo a las variedades en la región.

El conocimiento generado sobre la relación de la producción con los componentes de rendimiento, se pretende dar una mejor perspectiva a los productores sobre la importancia que tiene el número de tallos, el diámetro del tallo el número de flores y la altura de la planta sobre la producción de tubérculos en el cultivo de papa, también que contribuya a un apropiado manejo agronómico en los mismos, así llenar espacios de investigación sobre el rendimiento agronómico en distintas variedades de papa criolla.

Adicionalmente, con el presente estudio se dirige a encontrar nuevos clones de papa criolla que se adapte a las condiciones agroecológicas de Norte de Santander y pueda remplazar la que se encuentra en desarrollo por los agricultores en la región. Que también permita tener una diversificación de papas en toda la zona fría del departamento, permitiendo al campesino obtener más conocimiento acerca de las variedades de papas existentes en Colombia.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Comparar diez clones de papa criolla (*Solanum phureja*) durante dos ciclos productivos en la vereda Chíchira del municipio de Pamplona Norte de Santander.

1.5.2 Objetivos específicos

- Relacionar componentes de rendimiento primario y secundario con la producción.
- Identificar los materiales con mayor rendimiento de los diez clones de papa criolla.
- Determinar mejores materiales según criterios de los productores mediante evaluaciones participativas Espacios y puntuación.

Capítulo 2 Marco referencial

2.1 Antecedentes

Se tomaron como referencia de investigación los siguientes trabajos realizados en relación a la identificación, análisis y variabilidad, evaluación potencial y características de la papa criolla.

Evaluación del rendimiento en papa criolla (Solanum phureja) variedad "yema de huevo", bajo diferentes densidades de siembra en la sabana de Bogotá: Evaluaron el rendimiento de papa criolla (*Solanum phureja* Juz. et Buck.) variedad "yema de huevo", bajo diferentes densidades de siembra, utilizando cuatro distancias en la Estación Experimental "Marengo", ubicada en el municipio de Mosquera (Cundinamarca, Colombia). Las variables de rendimiento evaluadas fueron: peso y número de los tubérculos de primera, segunda y tercera clase por metro cuadrado, y peso y número total de tubérculos/m². Las diferentes densidades evaluadas en el experimento no presentaron diferencias significativas para el número y peso de tubérculos de primera y segunda clase. Para las distancias entre surcos menores de un metro, se encontraron incrementos significativos en el peso total de tubérculos, pero se redujo el tamaño promedio de los

mismos, es decir, que se obtuvo mayor número y peso de tubérculos de tercera clase.

(Arias et al., 2011)

Evaluación del potencial de rendimiento y de la resistencia a Phytophthora infestans (Mont. de Bary) en la colección de papas redondas amarillas de la especie Solanum phureja (Juz. et Buk.): En el Centro Experimental ICA San Jorge (Soacha, Cundinamarca) a 2.900 m.s.n.m. y en el Centro Agropecuario Marengo (Mosquera, Cundinamarca) a 2.547 m.s.n.m. realizaron la evaluación de 25 genotipos de papa con tubérculos redondos amarillos de la especie *S. phureja*, provenientes de una colecta realizada por el convenio Fenalce-Fedepapa. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar y las variables evaluadas fueron el peso de los tubérculos distribuidos en tres categorías: primera, segunda y tercera. Los resultados permitieron identificar un grupo de genotipos con promedios de producción comercial (tubérculos de primera y segunda) superiores al cultivar tradicional "yema de huevo". La evaluación de la resistencia frente al patógeno *P. infestans*, empleando la metodología de inoculación sobre folíolos en cámara húmeda de las razas cero y compleja H1N, permitió concluir que no existen genes mayores 'R' y en consecuencia son fuente de resistencia horizontal (Ñustez et al, 2005)

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. el 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 (Guiliano et al., 2011)

Criolla Latina, Criolla Paisa y Criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el departamento de Antioquia (Colombia): Se evaluaron nueve clones de papa criolla durante dos semestres consecutivos en cuatro localidades del departamento de Antioquia (Colombia), a través de las siguientes variables agronómicas: potencial de rendimiento del tubérculo, rendimiento en el proceso de enlatado, gravedad específica, respuesta a *Phytophthora infestans* y estabilidad fenotípica. La estabilidad fenotípica fue medida por el procedimiento de rendimiento estabilidad. La contribución de cada clon en la interacción genotipo-ambiente fue calculada mediante la varianza de Shukla. El estudio

permitió seleccionar tres clones superiores de papa criolla, que fueron registrados como nuevos cultivares en el año 2005. Estos fueron: 'Criolla Latina' (98-68.5), con rendimiento entre 18 y 20 t ha⁻¹, resistencia moderada a *P. infestans*, y buena aptitud para enlatado o encurtido; 'Criolla Paisa' (98-70-12), rendimiento de 22 a 25 t ha⁻¹, resistencia moderada a *P. infestans*, y buena aptitud para consumo en fresco; y 'Criolla Colombia' (Clon 1), rendimiento entre 13 y 15 t ha⁻¹, sensible a *P. infestans*, y adecuada para consumo en fresco y elaboración de papa precocida congelada (Rodríguez et al, 2009)

Para estimar el rendimiento se hace una clasificación según la norma técnica colombiana la cual clasifica por categoría; cero, tubérculos de diámetro mayor a 6 cm, primera, tubérculos entre 4 y 6 cm de diámetro, segunda, tubérculos entre 2 y 4 cm de diámetro y ríche menor a 2 cm (Madroñero, Rosero, Rodríguez, Navia, & Benavides, 2013).

Hay estudios donde evalúan el comportamiento del crecimiento con el rendimiento agronómico del cultivo de la papa, para determinar el número total de tallos promedio por plantas, el número promedios de hojas por tallo y el área foliar de las hojas. El comportamiento de estas variables analizadas en esta investigación se concluye que tiene una relación estrecha con el rendimiento del cultivo y una influencia directa en la producción alcanzada (Mompie y Martín, 2014).

Evaluación de las características morfo agronómicas y de la producción de nueve clones nativos de papa criolla (*Solanum phureja* juz et buck l.) en el municipio de Mutiscua – norte de Santander. (1ra fase) De los nueve materiales evaluados, seis presentaron rendimientos superiores al testigo. Se destaca la producción de los clones 5, 6 y 9, con rendimientos superiores al promedio departamental (21.5 t·ha-1) Independientemente del rendimiento total, todos los clones presentan producciones de tubérculos categoría dos superiores a las demás categorías, aspecto muy importante porque esta categoría es la más comercial y la usada en procesos agroindustriales como el enlatado. (Herreño, 2015)

Evaluación del rendimiento agronómico de diez clones de papa criolla, (*Solanum phureja* Juz et Buck L.) en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander (2^{da} fase). La recolección de los datos, área foliar, número de hojas, altura de la planta y número de mamones se realizaron después de los 60 días de plantación, con excepción del número de tallos que registro antes del primer aporque; a la cosecha se determinó, el número y el peso de los tubérculos por surcos centrales de cada unidad experimental. Los datos presentaron un ajuste lineal y se aplicó una correlación de Pearson y una regresión lineal múltiple. Las variables con mayor correlación indicaron correlaciones significativas con el rendimiento en peso, siendo las más influyentes el número de tubérculos, área foliar, el número de tallos, que lo explican en una 76%. En cuanto al rendimiento, en toneladas por hectárea los clones no presentaron diferencias significativas con el testigo (Criolla

Colombia), por lo tanto todos superan la media nacional 13.7 t/ha y departamental 21.5 t/ha (Cisneros, 2015)

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. 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. (Villamizar, 2015)

2.2 Marco teórico

Originaria de América tropical, el cultivo de papa criolla se extiende desde México hasta el norte de Chile. Taxonómicamente pertenece a la familia Solanácea, serie tuberosa, de las cuales Colombia es centro de origen de 4 especies entre las que se destacan comercialmente la *solanum tuberosum spp. andigena* y la *solanum phureja* (papa criolla).

2.2.1 Morfología de la planta de papa criolla

La raíz de la papa criolla, como la de la gran mayoría de papas, es escasa, de poco volumen de expansión e ineficiente a la hora de tomar y absorber agua y nutrientes. La planta se caracteriza por tener un juego de tallos verdaderos (aéreos) y tallos modificados (estolones y tubérculos). Los tallos aéreos son herbáceos, de longitud y diámetro variables. Piñeros, C. (2009). Recopilación de la investigación del sistema productivo papa criolla. Bogotá. Colombia. P. 89.

Las plantas provenientes del tubérculo-semilla presentan, en promedio, cinco tallos los cuales ramifican de acuerdo a la densidad de siembra. Cada tallo se considera una unidad de producción independiente y puede llegar a producir entre 2.5 y 8.0

tubérculos. Las plantas provenientes de semilla sexual solo desarrollan un tallo principal proveniente del epicotilo del embrión (Cabezas y Corchuelo, 2005).

Figura 1 Desarrollo del sistema radical y tallos aéreos.



Fuente: Recopilación Investigación Sistema Productivo Papa Criolla. Disponible:

http://www.fedepapa.com/?page_id=1898

Los estolones son tallos modificados laterales, de crecimiento subterráneo cuyo origen tiene lugar en las yemas axilares de los nudos basales en los tallos principales; terminan en forma de ganchos y en el extremo apical se originan los tubérculos. En el Grupo Phureja los estolones son más cortos que en los Grupos Chilotanum y Andigenum de *S. tuberosum*, dando como resultado un hábito de tuberización poco expandido (Arias *et al.*, 1996), los tubérculos son órganos subterráneos cuyo origen lo conforma la

curvatura subapical de los estolones. Funcionalmente, son estructuras de almacenamiento y conforman la principal forma de propagación asexual de la especie. Morfológicamente, este tallo modificado presenta dos caras bien definidas, una proximal o basal, en el punto de inserción con el estolón y una apical, en el extremo opuesto, la cual contiene yemas potencialmente habilitadas para generar nuevos tallos y raíces. Entre estos dos puntos se encuentran yemas laterales en cada una de las hendiduras del tubérculo, las cuales corresponden a los nudos, que igualmente son capaces de ser inducidos y desarrollar estructuras caulinares (Cabezas, 2002).

Las estructuras reproductivas, flor y fruto, son terminales; su aparición y desarrollo se da con la formación de estolones y tuberización respectivamente. La flor del Grupo Phureja es hermafrodita, completa, pentámera y de colores variados, estambres prominentes y ovario súpero. La inflorescencia se organiza en cimas; los frutos son bayas de color verde, esféricas y biloculares, con abundantes semillas. La semilla está recubierta por arilo y en el mesocarpio y epicarpio se encuentran altas cantidades de alcaloides, en su mayoría tóxicos (Cabezas, 2002).

2.2.2 Características Morfológicas de la papa

Tabla 1 Características morfológicas de la papa

ÒRGANO	CARACTERÍSTICAS
PLANTAS Y HOJAS	<p>Tallos simples o ramificados, 30 – 60 (-80) cm de altura por 6 – 8 (-12) mm de diámetro en la base, vertical a semidecumbente o decumbente, no alado o ligeramente alado, usualmente pigmentado con púrpura.</p> <p>Hojas usualmente amplias y abreviadas, 15 – 23 (-30) cm de longitud por 8 – 10 (-14) cm de ancho, con 5 – 6 (-7) pares de foliolos y un número variable (18 - 30) de foliolos interpuestos de diferentes tamaños. Foliolos más o menos pilosos, algunos brillantes por encima, ligeramente ovados a elíptico-lanceolados o ligeramente elípticos, el ápice puntiagudo o subpuntiagudo y la base oblicuamente redondeada, sésiles o nacen en cortos peciolo u ocasionalmente algo decurrentes sobre el raquis. Foliolos terminales, 6.0 – 7.5 cm de longitud por 2.5 – 3.5 cm de ancho, ligeramente más largos que el primero y segundo pares de foliolos laterales. Pedúnculos, 5 – 7 (-12) cm de longitud, 5 – 9 flores, angosto, 1.8 – 2.0 mm de</p>

	<p>diámetro en la base, más o menos piloso como en los pedicelos y el cáliz, cubierto con pelos cortos y tricomas triangulares</p>
<p>FLORES</p>	<p>Pedicelos angostos, 15 – 20 (-25) mm de longitud, articulados cerca del centro o por encima del primer tercio superior del tallo. Cáliz, 7 - 8 mm de longitud, usualmente fuertemente pigmentado, asimétrico con 1 o 2 pares de lóbulos unidos, u ocasionalmente simétricos, los lóbulos puntiagudos, lanceolados y abruptamente angostos, hasta 1.5 – 2.0 mm de longitud de los acúmenes, estos reflejos en la yema. Corola rotada a rotado-pentagonal, usualmente plegados, 2.5 – 3.0 (-3.5) cm de diámetro, violeta-rojizo oscuro o violeta profundo, los lóbulos generalmente cortos y conspicuamente amplios y con acúmenes ampliamente triangulares y cortos, blancuzcos por debajo. Cono estaminal cilíndrico-cónico a subdolíforme; anteras 4.5 – 5.5 mm de longitud y 1.8 mm de ancho, cordado en la base, nace sobre filamentos de 1.5 – 2.0 mm de longitud y 1 mm o menos de diámetro. Estilo angosto, 9 - 10 mm de longitud, exerto por encima de 3.5 mm de su longitud,</p>

		densamente cubierto con papilas muy cortas a lo largo del tercio basal de su longitud; estigma capitado, pequeño, menos de 1 mm de diámetro, ligeramente agrietado.
FRUTO		Fruto globoso, ovoide a oval-cónico, 1.5 – 2.5 cm de longitud, verde claro o verde con rayas verticales púrpura claro. Numero cromosómico: 2n=24. Raramente autotetraploide 2n=48.
ESTOLONES TUBERCULOS	Y	Tubérculos ampliamente oblongos u oval-elongados a subcilíndricos largos, ojos profundos, brotes azul-violeta oscuro, peridermo variegado con rojo-violeta y blanco-amarillento a amarillo, pulpa blanca o blanco-grisácea.

Fuente: Catálogo Nacional de Metadatos sobre Biodiversidad –Papa Criolla. Disponible:

<http://www.siac.net.co/metadatos//showMetadato.jsp?conjunto=4579>

2.2.3 Desarrollo del cultivo en Colombia

Actualmente, la papa criolla se cultiva en pequeñas áreas al margen del cultivo de papa común, en surcos dentro del mismo, o en huertas familiares. Los principales departamentos productores en Colombia son Cundinamarca, Boyacá, Nariño, Antioquia, Cauca, Norte de Santander y Santander.

2.2.4 Principales municipios productores papa criolla.

Tabla 2 Municipios productores de papa criolla

DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS
CUNDINAMARCA	Subachoque, Une, Cáqueza, Usme, Zipacón, Bojacá, Chocontá, Cajicá, La Calera, Cota, Guasca, Zipaquirá, Suesca, Carmen de Carupa y Mosquera
BOYACÁ	Toca, Siachoque, Motovita, Ventaquemada, Umbita, La Capilla, Turmequé y Buenavista
NARIÑO	Pasto, Puerres, Potosí, Córdoba, Ipiales, Pupiales, Guachucal, Cumbal
ANTIOQUÍA	Sonsón, La Unión, Abejorral, Carmen de Vival, Santuario
CAUCA	Silvia, Puracé, Sotorá, Jambaló, Totoró
NORTE DE SANTANDER	Mutiscua, Silos, Chitagá, Pamplona, Cócota
SANTANDER	Suratá, Tona, Cerrito, Málaga

Fuente: Mosquera C. Jorge. La modesta papa criolla. Ministerio de Agricultura y

Desarrollo Rural, 2002.

Los morfotipos de papa criolla seleccionados ancestralmente en Colombia fueron los redondos amarillos que, en general, guardaban similitud entre sí por las características físicas del tubérculo y por palatabilidad; sin embargo, como materia prima en líneas de proceso industrial presentaba diferencias intrínsecas que afectaba considerablemente la calidad del producto final. Esta condición motivó desde los años noventa, un trabajo de identificación de clones de papa criolla óptimos en rendimiento agronómico y calidad industrial; el primer cultivar seleccionado de papa criolla fue el “Clon Uno” de la multivariedad “Yema de Huevo” el cual corresponde a un material vegetal nativo de flor roja, sin mejoramiento genético. Posteriormente, este clon ya diferenciado fue registrado en el año 2004 ante el ICA como variedad con el nombre “Criolla Colombia”, inicialmente para la Ecoregión Oriente de Antioquia. (Piñeros, 2009)

Los elementos de la producción de papa criolla son muy similares a papa en general; los factores más limitantes son la ocurrencia de enfermedades, plagas, manejo de la fertilización, calidad de la semilla y daños por heladas; el 90% de la producción comercial de papa se realiza en terrenos de ladera y el 10% en suelos planos mecanizables. El marco socioeconómico bajo el cual se realiza la producción de papa en Colombia, en muchos aspectos aplica a papa criolla; la producción comercial se realiza entre 2000 y 3500 msnm y la zona óptima corresponde a áreas localizadas entre 2500 y 3000 msnm bajo diferentes esquemas de cultivo, según la tenencia de la tierra, principalmente en sistemas de arrendamiento y aparcería, así como en explotaciones en

tierra propia; se desarrolla bajo esquema de economía campesina, por parte de agricultores que trabajan en predios de minifundio. Las épocas de siembra están sujetas a las condiciones climáticas, especialmente régimen de lluvias y ocurrencia de heladas (Rivera, 2005). Así mismo, predomina el sistema de producción con tecnología tradicional en cerca del 90% de los casos, mientras que el 10% adelanta el cultivo y las actividades complementarias con tecnología más avanzada (FEDEPAPA, 2003; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y FEDEPAPA, 2004).

Según Rivera et al. (2003), la calidad de los tubérculos de papa criolla no solo depende del manejo cultural del cultivo, sino de condiciones ambientales como microclima, altura, radiación solar y luminosidad de los ecosistemas donde se produce. La investigación alrededor de este cultivo debe satisfacer las preguntas que giran alrededor de temas trascendentales para su desarrollo, tales como nuevas variedades que satisfagan las necesidades del mercado, manejo agronómico de las mismas y procesamiento entre otros aspectos (Zapata et al., 2006).

Según registros de la Cadena Nacional de la Papa, en el año 2008 se cultivó en Colombia alrededor de 138.315 hectáreas de papa, con un rendimiento promedio de 18.38 ton/ha; se calcula que papa criolla represente cerca el 6.8% del área cultivada en 2009 con un área nacional sembrada de 8950 hectáreas.

Colombia ha incursionado en la exportación de papa criolla o papa amarilla, producto étnico autóctono procesado, en forma precocida congelada, salmuera y empacada en vidrio o enlatada. A pesar de la falta de continuidad de las exportaciones, este producto es reconocido en el mundo y existen países que lo demandan, entre otros, Estados Unidos, España, Japón y Francia. Dada esta consideración, la papa amarilla se encuentra dentro de los potenciales exportables y se incluyó en la Apuesta Exportadora Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural desde el año 2006. Entre los aspectos que más han limitado éste importante mercado, se encuentran los exigentes grados de selección y clasificación solicitados por los países de destino, con lo cual, solamente entre un 20 y 25% del producto cosechado, sería apto para el procesamiento industrial de producto precocido congelado. Piñeros, C. (2009). Recopilación de la investigación del sistema productivo papa criolla. Bogotá. Colombia.

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 los problemas fitosanitarios y, de otra, la alta perecibilidad del producto durante la poscosecha. Como consecuencia de lo anterior, existe una marcada estacionalidad de la oferta y, por ende, de los precios.

(Disponible:www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm).

2.2.5 Requerimientos de la producción

La papa criolla se da entre los 1.800 y los 3.200 m.s.n.m., siendo óptimas para su cultivo las altura comprendidas entre los 2.300 y los 2.800 m.s.n.m., lo que equivale a un rango de temperatura promedio de 10° a 20° C. Requiere, además, una precipitación promedio de 900 mm de lluvia al año; sin embargo, el cultivo se desarrolla bien con precipitaciones superiores. El mejor suelo para su cultivo es aquel que presenta una textura franca, suelta y profunda que evite la acumulación de humedad en la raíz, con una pendiente máxima del 30%, un pH entre 5.2 y 5.9 y altos contenidos de materia orgánica. La papa criolla no se produce bien en terrenos húmedos. Piñeros, C. (2009). Recopilación de la investigación del sistema productivo papa criolla. Bogotá. Colombia.

2.2.6 Tecnología de producción

La información agronómica del cultivo de la papa criolla es escasa en todas las fases de su desarrollo, debido a que el cultivo no se le había dado la misma importancia económica que se le asignó a la papa común. Asimismo, aunque se presentan marcadas diferencias en su manejo, se puede decir que muchas de las tecnologías utilizadas y algunos criterios de manejo agronómico que se aplican al cultivo de papa común se han extrapolado al de este producto. El cultivo de la papa criolla requiere de un periodo vegetativo de 5 a 6 meses en los que se deben realizar las siguientes prácticas

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

2.2.7 Preparación del terreno.

Es una labor tendiente a soltar el suelo hasta una profundidad de 30 cm. Se realiza generalmente con azadón, bueyes o tractor. Cuando se utiliza tractor, es necesario realizar una arada, una rastrillada y una surcada. Es importante mencionar que la preparación del suelo en terrenos pendientes debe hacerse en curvas a nivel o en surcos que corten la pendiente, con el fin de evitar problemas de erosión y la insostenibilidad de las futuras producciones.

2.2.8 Siembra.

El cultivo de papa criolla se propaga por tubérculos. La semilla es uno de los insumos más costosos en el proceso productivo de la papa, razón por la cual el agricultor suele utilizar semilla de sus propias plantaciones. El tubérculo ideal para sembrar es aquel que presenta la forma característica de la especie, esto es, tamaño mediano, ojos poco profundos, brotes cortos y vigorosos y ausencia de pulgones, gusano blanco, polillas y pudriciones. Un indicador indirecto del rendimiento del cultivo es la cantidad de semilla sembrada (cargas/ha.). Así, para sembrar una hectárea con papa criolla se requieren entre

6 y 9 cargas de papa (0,7 y 1,1 ton respectivamente), de las cuales se espera obtener entre 7 y 12 toneladas de producto.

http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm.

La papa requiere agua, especialmente en los primeros días después de la siembra y desde la aparición de las flores hasta cuando los tubérculos han adquirido buen tamaño y peso. Es recomendable, por lo anterior, que la siembra coincida con el inicio de la época de lluvias o que se haga durante la misma. El número de plantas a establecer depende de las condiciones ambientales particulares, en especial, de la fertilidad del suelo y de la humedad relativa; así, en terrenos de poca fertilidad se aconseja sembrar un tubérculo cada 20 cm. dejando una distancia de 1 m. entre surcos, para un total de 50.000 plantas/ha. Y, en terrenos de mayor fertilidad, los tubérculos se siembran cada 30 cm. distanciados 1 m. entre surcos para un total de 33.000 plantas/ha. Piñeros, C. (2009). Recopilación de la investigación del sistema productivo papa criolla. Bogotá. Colombia.

2.2.9 Aporque.

Consiste en arrimar la tierra a lo largo del surco en la base de la planta para favorecer la formación de los tubérculos, protegerlos de la luz y de los daños de los insectos, conservar la humedad en las zonas de raíces, facilitar la aireación y el drenaje, incorporar nutrientes y controlar las arvenses. El aporque debe realizarse entre el primero y el segundo mes después de que emergen las plántulas ya que, de lo contrario, se pueden

afectar el sistema de raíces y los estolones.

http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm

2.2.10 Fertilización.

La fertilización debe hacerse de acuerdo con los resultados del análisis de suelos. Dado que el cultivo exige grandes cantidades de materia orgánica, se sugiere aplicar una mezcla de gallinaza (entre 1000 y 2200 Kg. por hectárea) y fertilizante comercial (150 y 350 kg.). Dicha mezcla debe fraccionarse en dos aplicaciones: una al sembrar y otra al momento de hacer el aporque. Es importante considerar el pH del suelo, ya que las plantas son exigentes en Calcio y Magnesio. Se pueden emplear enmiendas como roca fosfórica o cal dolomita que, además de corregir la acidez, aportan otros nutrientes esenciales para un buen desarrollo del cultivo

http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm

2.2.11 Manejo fitosanitario.

El cultivo de la papa criolla es más susceptible al ataque de plagas y enfermedades que el de papa común, por lo que es preciso tomar todas las medidas preventivas que estén al alcance del productor a fin de evitar su aparición. Es preciso, además, estar vigilando permanentemente la plantación para adoptar a tiempo las medidas correctivas que permitan reducir y manejar de los problemas que se presenten. Por ser el manejo

fitosanitario un punto crítico del cultivo, es recomendable que el productor recurra al apoyo técnico especializado que le ofrecen las UMATA's, Fedepapa y otras instituciones.

http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm

Una de las principales medidas para el manejo fitosanitario del cultivo de la papa criolla consiste en realizar rotaciones con otras especies agrícolas como, por ejemplo, trigo, zanahoria, arveja, cebada y pastos. Asimismo, la presencia de cultivos asociados e intercalados es fundamental para reducir la incidencia de los patógenos. Se destacan las asociaciones con otras variedades de papa o con calabaza, haba, arveja, maíz, fríjol ajo, brócoli, caléndula, coliflor y repollo y, como cultivos intercalados, los frutales caducifolios. http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm

2.2.12 Manejo de insectos.

Por presentar un color claro, una textura blanda y un contenido alto de azúcares, la papa criolla es muy susceptible al ataque de insectos (especialmente la polilla guatemalteca, *Tecia solanivora*, y el gusano blanco, *Premnotrypes vorax*). Para controlar la polilla se sugiere desinfectar la semilla al momento de la siembra con *Baculovirus phthorimaea* y aumentar la profundidad en unos 5 cm., hacer aporques altos, utilizar trampas atrayentes y, si se dispone de riego, mantener húmedo el terreno para que no se agriete el suelo. Para controlar el gusano blanco se recomienda hacer una buena

preparación el suelo y utilizar *Bauveria sp.*, en el aporque, la floración y la posfloración.

http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm

2.2.13 Manejo de enfermedades.

Algunas de las enfermedades de mayor incidencia son la gota o tizón tardío (*phytophthora infestans*), el tizón temprano o mancha negra (*Alternaria solani*), la Rhizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), los virus PVY, PVX, PLVR y el amarillamiento de las venas. Las prácticas encaminadas a prevenir y corregir la presencia de enfermedades deben realizarse durante todas las fases del cultivo (preparación del suelo, elección, manejo y selección de la semilla, fertilización, aporque y cosecha). Además se debe involucrar un programa de rotación de cultivos que permitan reducir la cantidad de inóculo de las enfermedades en los campos.

http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm

2.2.14 Manejo de arvenses.

El período en el que las arvenses son limitantes para la papa criolla va desde la emergencia del cultivo hasta que las plantas de papa cierran las calles de los surcos. El cultivo de papa criolla requiere generalmente dos controles de arvenses que se dan con un mes de diferencia, siendo el segundo control el mismo aporque

http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm

2.2.15 Cosecha.

El momento oportuno para realizar la cosecha es aquel en que la piel del tubérculo no se desprende fácilmente al hacerle presión y los tallos se han secado. La cosecha oportuna evita el ataque de los insectos, la presencia de pudriciones, la brotación y el enraizamiento. El rendimiento promedio por hectárea en Colombia es de 12 toneladas. Es necesario destruir completamente los residuos del cultivo y retirar los tubérculos del campo una vez ha pasado la cosecha, ya que ellos son la principal fuente de plagas y enfermedades para futuras siembras.

http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm

2.2.16 Poscosecha.

El tiempo máximo de duración que admite la papa criolla oscila entre 5 y 8 días, debido a que los tubérculos tienen una rápida brotación, lo que origina pérdidas en su calidad comercial. Por lo anterior, es necesario utilizar inmediatamente la papa ya sea como semilla o para el consumo. En la actualidad se desarrollan programas de investigación en poscosecha tendientes a desarrollar empaques adecuados para el producto. Asimismo, se están estudiando otras posibilidades de transformar el producto aprovechando su excelente calidad culinaria, su alto valor alimenticio y la gran aceptación de la papa criolla por parte del consumidor interno. Se destacan en las pruebas industriales los trabajos tendientes a obtener papa a la francesa precocida, prefrita y

congelada, papa entera precocida y congelada, papa en línea, preformados y puré de papa. http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm

2.2.17 Mercados

Como ya se advirtió, la oferta de papa criolla se caracteriza por su marcada estacionalidad, la cual determina la presencia de momentos en los cuales, como consecuencia de la escasez del producto, los precios tienden al alza: es lo que ocurre entre la tercera semana de diciembre y la segunda semana de marzo, y entre la tercera semana de junio y la primera semana de septiembre.

http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm

Los productores venden la papa criolla directamente a las cadenas especializadas, que la exigen previamente lavada, o a acopiadores o a mayoristas, quienes la adquieren sucia y la envían a las plantas lavadoras para agregarle valor al producto y así aumentar su margen de utilidad. El mayorista vende el producto empacado en bolsas plásticas de 1 kg. a 6 kg.; a granel, en canastillas plásticas, cuando abastece a las cadenas especializadas, o en bultos de 62.5 kg., cuando lo comercializa en las centrales mayoristas http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm

El mercado mayorista de Bogotá es abastecido por la producción regional y la oferta de los departamentos de Boyacá y Nariño; el de Cali, con la oferta proveniente de

Nariño y Cauca, y, el de Medellín, con la de Cundinamarca y Nariño, además de la producción regional.http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm

2.2.19 Requerimientos de calidad

La calidad de los productos agrícolas involucra una serie de características que determinan su grado de aceptación por parte del consumidor, relacionadas fundamentalmente con su sanidad general y con su vida comercial. Dentro de tales características se pueden mencionar entre otras, valor nutricional, características organolépticas, características físicas y propiedades mecánicas. La firmeza mide la resistencia a daños físicos ocasionados por medios mecánicos durante la recolección, manipulación y transporte; esta depende del momento y método de recolección y de la temperatura de almacenamiento. En función de la calidad del producto, el conocimiento de las características físicas y las propiedades mecánicas juega un papel indispensable para lograr una buena presentación y conservación, permitiendo definir el manejo más adecuado del producto durante los periodos de precosecha, cosecha y poscosecha (Buitrago *et al.*, 2004).

2.2.18 Composición nutricional

La papa criolla, es considerada dentro de los tubérculos, la que mayor aporte proteico, mayor concentración de carbohidratos, de vitamina C y de Hierro. La Tabla No. 3 presenta la composición nutricional.

Castro y Ruiz (1972), evaluaron el contenido de almidón, azúcares como Glucosa, Fructosa y Sacarosa, aminoácidos como Metionina libre, Triptófano, Lisina, Tirosina, y elementos como Fósforo y Calcio en papa criolla. Con material proveniente de la cosecha de parcelas fertilizadas con NPK (5-10-5) y sin fertilizar, en el municipio de La Calera; encontraron que las muestras presentaron diferencias entre los materiales fertilizados y los no fertilizados, identificaron mayor porcentaje de materia seca en el material fertilizado; el almidón tuvo el mismo comportamiento, evidenciando la natural relación entre contenido de almidón y nivel de materia seca. Los aminoácidos Lisina, Triptófano y Tirosina presentaron el comportamiento anterior; de igual manera, el contenido azúcares reductores y no reductores. Concluyeron que en papa criolla Yema de Huevo los monosacáridos presentes fueron Fructosa, Glucosa alfa y beta y Manosa; éstos en menor proporción frente a disacáridos como Sacarosa, la cual se encontró en el 92%, factor que incide en el sabor característico de la papa criolla.

Tabla 3 Composición Nutricional de Papa criolla

NUTRIENTES	CONTENIDO	BASE HUMEDA	BASE SECA (%)
		(%)	
Agua	75.5%	75	75
Calorías	83%	83	83
Proteínas	0.5%	25	7.0
Grasas	0.1%	0.1	0.31
Carbohidratos	18.7%	24.5	24.5
Fibra cruda	2.2%	2.2	6.78
Cenizas	1.0%	1.0	3.08
Vitamina C	1.5%		
Fosforo	54mg	0.042	0.13
Hierro	0.60mg		
Calcio	7.00 mg	0.170	0.52
Riboflavina	0.06 mg		
Niacina	2.5 mg		
Acido ascórbico	15.0 mg		
Tiamina	0.08 mg		

Fuente: Convenio CORPOCEBADA- FEDEPAPA, 1996); Largo *et al.*, 1997; Bello *et al.*, 1997; Mora, 2000; Otálora y Puentes, 2004

2.3 Marco legal

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

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

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.

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.

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.

Capítulo 3 Metodología

3.1 Localización

Esta investigación se desarrolló en el municipio de Pamplona, Norte de Santander, vereda Chíchira en la finca Santa Isabel ubicada a 2416 m.s.n.m con temperatura promedio de 16°. Los ensayos se montaron en suelos de topografía ondulada, poco profundos, ácidos, y con baja fertilidad. Según resultados del análisis de suelos realizado al lote se encontró que presenta un pH de 4.18 lo que indica que es fuerte, extremadamente ácido, es un suelo no salino con el contenido de materia orgánica de 5.10 lo que indica que es un contenido medio, posee altos niveles de contenido de hierro. En el anexo 1 se muestran los resultados de los análisis de suelos realizados al lote donde se realizó la investigación.

3.2 Material vegetal.

Los clones de papa con los cuales se realizó el experimento, son clones nativos que no pertenecen a la región de Norte de Santander. En la tabla 4 se presentan los el número de registro y los datos de origen de cada uno de los materiales utilizados en la investigación.

Tabla 4 Registro y origen de colecta de los clones nativos de papa criolla.

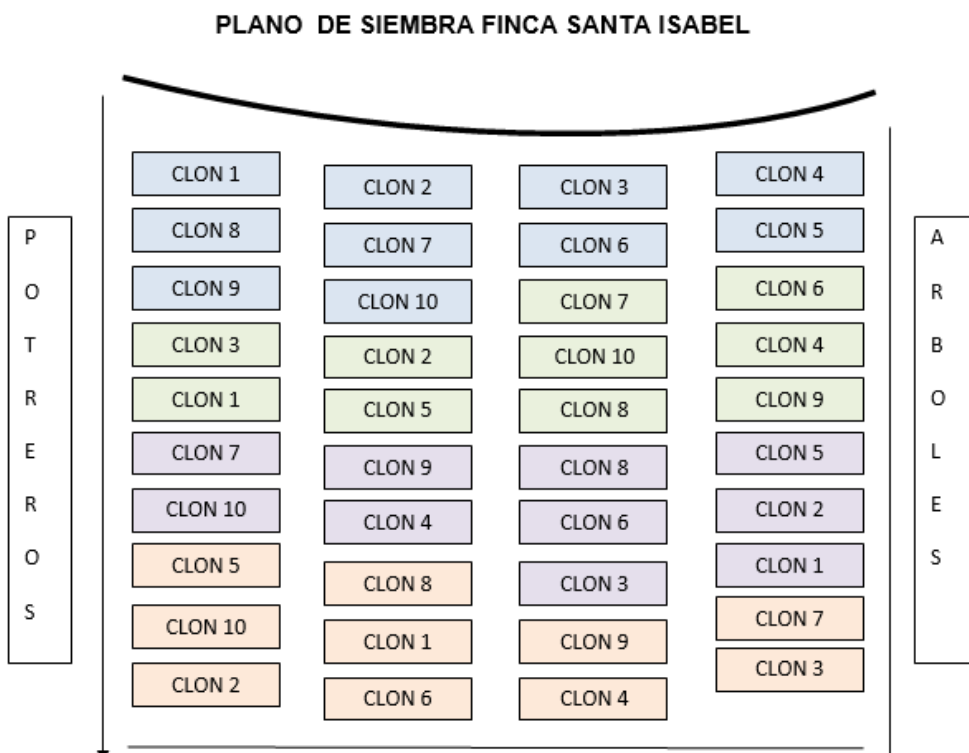
Nombre experimental	Identificación del genotipo (registro)	Origen de cosecha
Testigo (Material convencional)	Variedad Criolla Colombia	Variedad nativa diploide. Selección clonal de la población de morfotipos de tubérculos redondos amarillos colombianos de <i>S. phureja</i> .
Clon 2	15062515	Corregimiento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

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 se realizó con cuatro surcos 10 m de largo con 30 plantas con surco para un total de 120 plantas por repetición, La distancia de siembra es de 80 cm entre surcos y 30cm entre plantas. El manejo agronómico de los ensayos se llevó a cabo por el agricultor encargado, con un manejo similar al que se realiza en la localidad.

Figura 2 Planos de Siembra



3.4 Preparación del terreno

Se realizó la preparación del terreno, utilizando el motocultor y herramientas como azadones y rastrillos para que el suelo quede en las mejores condiciones para la siembra.

3.5 Siembra

En la siembra se utilizaron 10 clones de papa (*solanum phureja*) cada clon tendrá un numero de 480 sitios para la investigación. Esta semilla se clasifico teniendo en cuenta que estuviera en perfectas condiciones para el éxito de la investigación.

3.6 Aporque

Se realizaron dos aporques entre el primero y el segundo mes después de la emergencia con el fin de evitar daños en el sistema radicular y en los estolones de la planta.

3.7 Cosecha

La cosecha de esta siembra se realizó a los 130 días teniendo en cuenta el tiempo de siembra y observando que la piel del tubérculo este adherida sin ser fácilmente removida al realizar presión.

3.8 Toma de datos

Se realizó la toma de datos cada 15 días donde se tuvo en cuenta germinación, Caracterización de plantas y hojas, caracterización de tallo y flor, cosecha, clasificación de tubérculos, anormalidades de tubérculos, relacionando componentes de rendimiento primario y secundario con la producción

3.9 Evaluaciones participativas

Para la evaluación participativa se implementó la metodología Mamá & Bebe (*MM&BB*) (Fonseca *et al.*, 2010) ajustada en algunos parámetros para este trabajo. *MM&BB* es una metodología para la selección participativa de variedades (SPV) de clones avanzados en los que están distribuidos al azar, pudiendo ser más de tres parcelas (Bejarano *et al.*, 2009).

La metodología *MM&BB* se aplicó en dos (2) momentos. En floración se evaluaron las características vegetativas de los clones con criterios acorde a las prioridades de los agricultores. En cosecha se realizó una evaluación de rendimiento para cada clon, teniendo en cuenta los criterios expuestos por los agricultores y agricultoras (Bejarano *et al.*, 2009).

Para estas evaluaciones se utilizaron semillas de maíz y arveja para diferenciar los votos por género. Así por ejemplo, las mujeres utilizaron semilla de arveja y los varones semilla de maíz donde cada asistente recibió 7 granos para realizar la votación de las variables que más le gustaron y cuando no le gustaba alguna podía repetir con la que mas le llamo la atención Estas evaluaciones se realizaron con los productores de la zona: Cuando el cultivo se encontraba en floración, con el fin de determinar los criterios que ellos tienen de la planta para obtener buenos rendimientos.

Y finalmente se hizo una evaluación organoléptica con el fin de definir características de cada clon para definir su sabor tanto cocido como en chips asegurando su aceptación en

el mercado. La segunda evaluación se realizó en cosecha donde igualmente se evaluaron los criterios esta vez de los tubérculos para obtener buenos rendimientos.

Capítulo 4 Resultados y discusión

4.1 Estadísticas descriptivas

En esta fase se revisó, ordenó, procesó e interpretó la información recolectada en torno al objetivo principal de la investigación el cual refiere evaluar el rendimiento (t/ha) de la papa criolla *solanum phureja* en 10 variedades o clones y durante dos ciclos productivos. Como las variables son de tipo cuantitativo se presentan a continuación en la tabla 5 las estadísticas descriptivas de las mismas.

Tabla 5 Estadísticas descriptivas para los componentes agronómicos evaluados durante los ciclos

Descriptive Statistics

Variable	Mean	SD	C.V.	Minimum	Median	Maximum
Rendimien	30,788	7,2894	23,676	13,800	29,750	51,500
NTallo	7,5164	3,0010	39,926	1,3300	7,1650	14,670
Diatall	8,5276	1,5602	18,296	5,3300	8,6700	11,330
Altpl	80,514	7,3267	9,0998	62,170	81,015	92,670
Nflor	6,6675	1,2255	18,380	5,0000	6,5100	9,6600

En este caso las variables que presentan mayor dispersión con respecto al promedio son las variables rendimiento, y la variable altura de la planta. Esto significa que puede ser consecuencia de los cambios de clima que se presentaron en los ciclos productivos y a los diferentes tipos de suelos que presentaba el lote sembrado.

Como se dijo antes para dar cumplimiento a los objetivos planteados se presentan a continuación los resultados de análisis de varianza (ANOVA) y el análisis de regresión lineal múltiple.

4.2 Técnicas estadísticas multivariadas

Como la investigación contempla una gran variedad de variables cuantitativas, se aplicaron métodos estadísticos multivariadas los cuales se presentan a continuación.

La siembra para el primer ciclo productivo se hizo el 25 de noviembre del año 2014 y se controlaron todas las variables durante los meses de noviembre a marzo y se recolectó dicha cosecha el 7 de abril. Para el segundo ciclo se hizo la siembra el 29 de abril y se observaron las variables hasta la fecha de su recolección 5 de septiembre. Para observar el rendimiento de la papa en mención según las variedades o clones y el ciclo de ciclo de producción se aplicó un diseño experimental, el cual tiene sus orígenes en los trabajos de (Ronald Fisher 1890-1962), desarrollados en la Estación Agrícola Experimental de Rothamsted, en el Reino Unido, donde introdujo el concepto de aleatorización y el análisis de varianza ó ANOVA. El diseño de experimentos hace referencia a una serie de técnicas estadísticas de investigación que permiten establecer diferencias o relaciones entre una variable dependiente y otras independientes o factor de un problema a través de métodos científicos. La técnica estadística ANOVA, permite estudiar simultáneamente los efectos de dos o más fuentes de variación y el objetivo principal de ésta técnica es

contrastar hipótesis sobre la existencia o no de diferencias entre los valores promedio de los puntajes o variables implicadas en el estudio. Cuando la comparación es referida a sólo dos medias, el ANOVA es equivalente a la prueba t-Student para el contraste de dos medias. Sea que se quiera contrastar dos o más medias se asume para este procedimiento un error aleatorio que sigue una distribución normal con media 0 y varianza constante.

Para analizar los datos de esta investigación se aplicó un diseño factorial con dos factores (Montgomery, 2006, pág. 175). El primer factor implicado lo constituye como se dijo antes dos factores. El primero corresponde al factor Clón, con 10 niveles o tratamientos. El segundo factor es el ciclo con dos niveles. El primer nivel corresponde a la primera cosecha y el segundo nivel a la cosecha 2. El objetivo es verificar la hipótesis si el rendimiento de la papa varía según el clon y el ciclo de cosecha. Para probar la validez del modelo fue necesario confirmar los contrastes de hipótesis mediante el estudio de los residuos: normalidad, tendencias, etc y la realización de un contraste de homocedasticidad (homogeneidad de varianzas entre los grupos) A continuación se presenta el arreglo matricial para el diseño de dos factores.

4.2. 1 Disposición matricial

Tabla 6 Disposición general matricial diseño de dos factores

FACTOR B	FACTOR A	
Ciclo	Clon	
Niveles del factor	Clon 1 (testigo), clon 2, clon 3, clon 4, clon 5, clon 6, clon 7, clon 8, clon 9, clon 10.	
Ciclo 1	Y_{11}	Y_{n1}
Ciclo 2	Y_{21}	Y_{22}

Fuente: Estadística para ciencias de la salud- J. Susan Milton

4.2.2 Modelo estadístico

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

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

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

μ : Es la media global.

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

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

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

4.2.3 Contraste de hipótesis

$$H_0: \alpha_i = 0$$

$$H_0: \tau_j = 0$$

Otra manera de escribir el contraste anterior es

$$H_0: \mu_{ciclo\ 1} = \mu_{ciclo\ 2} = 0$$

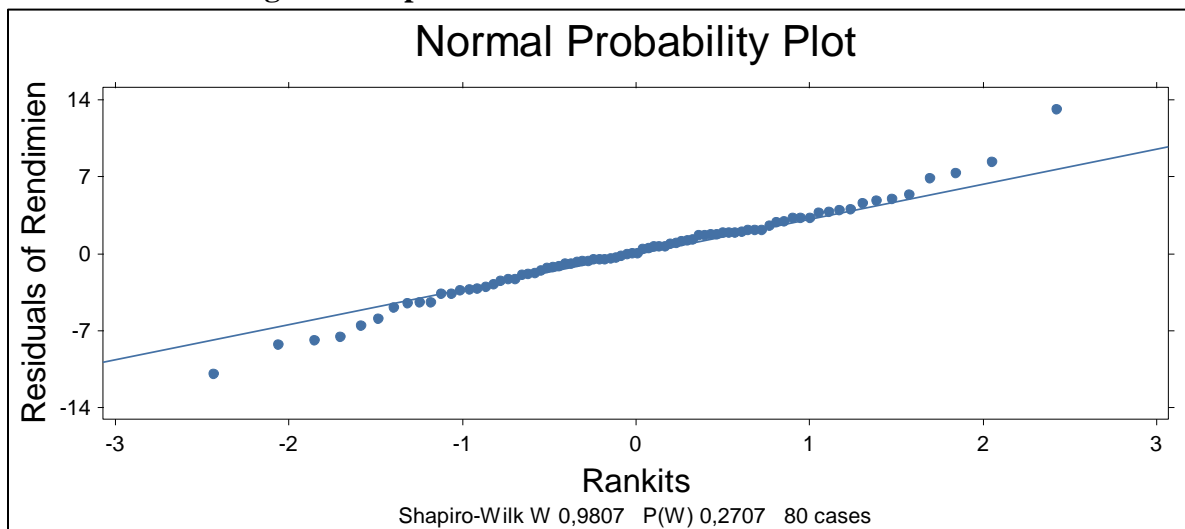
(El rendimiento promedio obtenido en los i-ésimo ciclos es el mismo).

$$H_1: \mu_{pretest} \neq \mu_{Ipostest} \neq 0$$

(El puntaje promedio obtenido en los dos ciclos i-ésimo grupo es diferente).

4.2.4 Verificación de normalidad

Figura 3 Supuesto de normalidad del rendimiento.



Se cumple el supuesto.

Tabla 7 Análisis de varianza “ANOVA” rendimiento de papa vs clon*ciclo

Source	DF	SS	MS	F	P
Ciclos	1	2749,51	2749,51	159,58	0,0000
Clon	9	259,26	28,81	1,67	0,1126
Error	69	1188,88	17,23		
Total	79	4197,65			

Según los resultados de los P valor del ANOVA se observa que hay diferencias significativas al 5% en el rendimiento de papa según el ciclo. Pero no está afectado el rendimiento desde el punto de vista clon. Como hubo diferencias en el rendimiento por clon se aplicó una prueba de comparaciones múltiples, (prueba Tukey) para establecer en dónde estuvieron las diferencias y se presentan en la tabla 8 que encontramos a continuación

Tabla 8 Comparaciones Múltiples (tukey)

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Rendimiento for Ciclos		
Ciclos	Mean	Homogeneous Groups
Ciclo 1	36,650	A
Ciclo 2	24,925	B
Clon	Mean	Homogeneous Groups
4	33,438	A
7	32,713	A
9	32,275	A
3	32,238	A
6	31,400	A
5	30,463	A
1	30,063	A
10	28,475	A
2	28,113	A
8	26,375	A

El promedio de rendimiento de papa obtenido en el ciclo 1 fue de 36,650 y en el Ciclo 2 24,925 como se puede observar en la grafica N° 5. Para el caso de los rendimientos promedios por clon también se puede observar que el de mayor rendimiento fue el clon 4 y el de menor rendimiento el clon 8.

Esto concuerda con los datos de (Villamizar 2015) quien dice que 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).

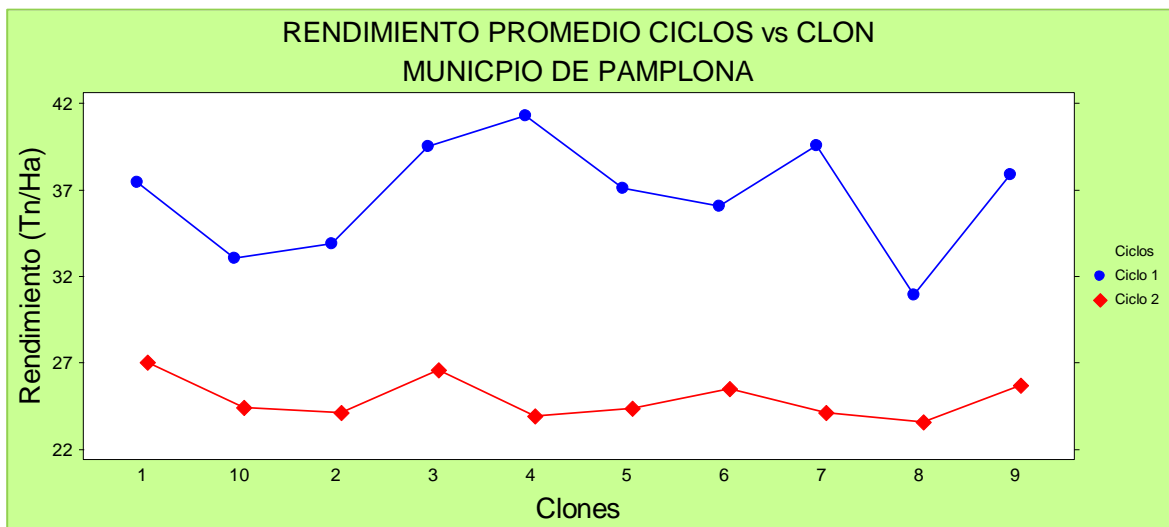
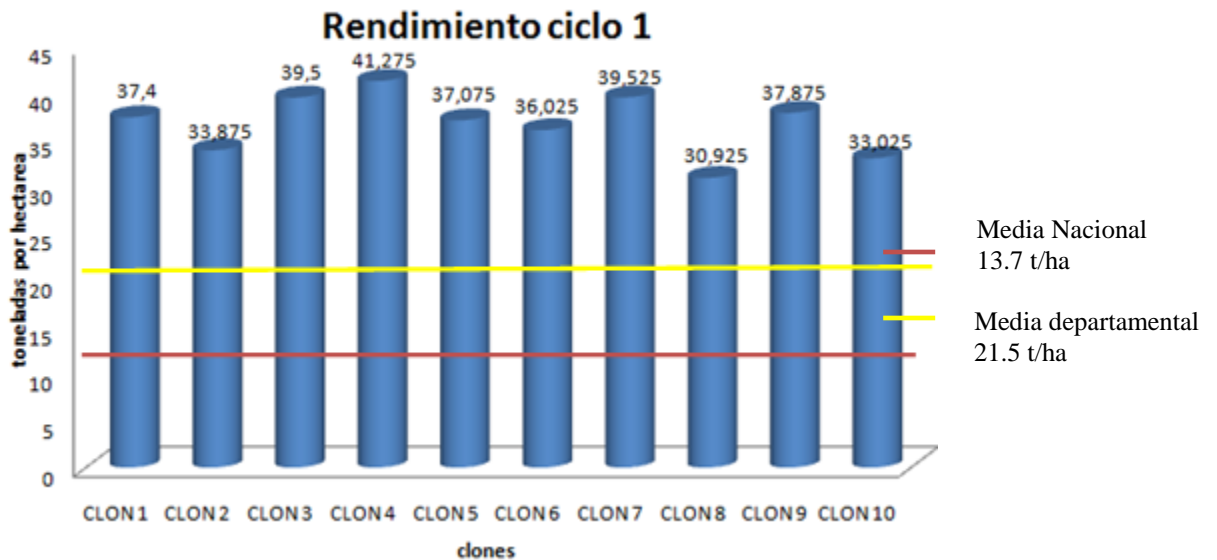


Figura 4 Rendimiento T/ha. Papa criolla- Municipio de Pamplona

En la gráfica anterior se observa el rendimiento en papa criolla del ciclo 1 en todos los clones comparado con el rendimiento del ciclo 2 y podemos determinar que el primer ciclo nos arrojó mejores resultados aunque el comportamiento de los clones es similar, las producciones fueron mas bajas en el ciclo 2.

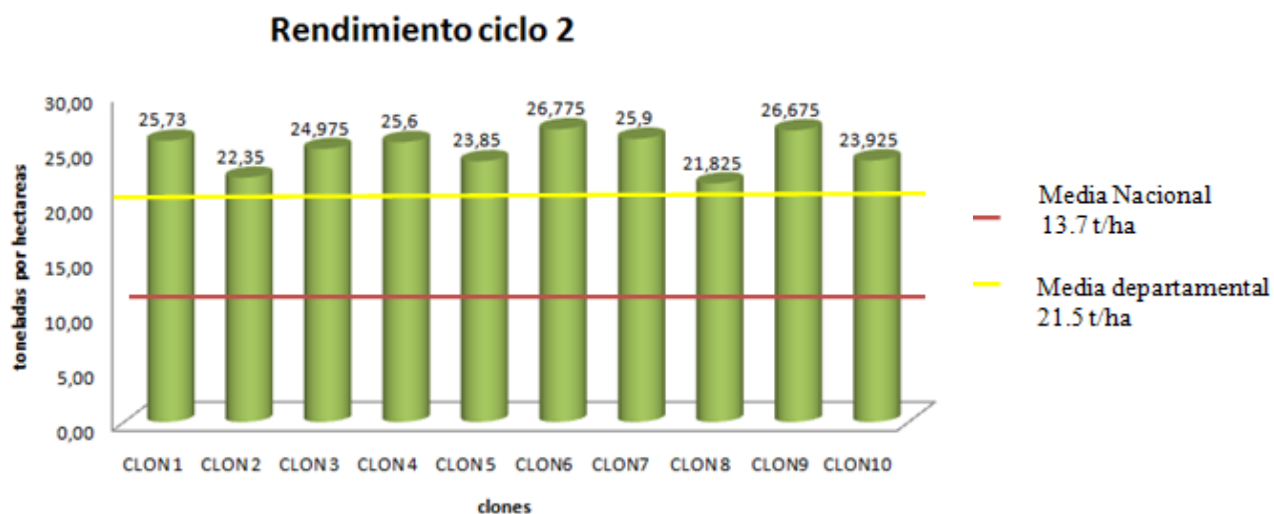
En los dos ciclos observamos el bajo rendimiento del clon ocho (8) y donde sobresalen por encima del clon uno (1) que es el testigo el clon cuatro (4) y el clon nueve en la primera cosecha y en la cosecha dos (2) nuevamente el clon 9 sobresale en los rendimientos sobre el testigo.

Figura 5 Rendimiento del ciclo 1 en toneladas por hectárea



El rendimiento en el ciclo 1 nos muestra que hubo diferencias significativas en 4 clones por encima del clon 1 que es el testigo de la prueba, el clon 4 fue el de mayor rendimiento y el clon 8 el de menos rendimiento. Todos los clones superan la media nacional y la departamental.

Figura 6 Rendimiento ciclo 2 en toneladas por hectarea



El rendimiento en el ciclo 2 nos muestra que hubo diferencias significativas en 3 clones por encima del clon 1 que es el testigo de la prueba, el clon 6 fue el de mayor rendimiento y el clon 8 el de menos rendimiento. Todos los clones superan la media nacional y la departamental.

Estos resultados son similares a los de Herreño (2015), donde encontró diferencias significativas entre el rendimiento de los clones y el testigo; entre los nueve materiales, seis presentaron rendimientos superiores al testigo.

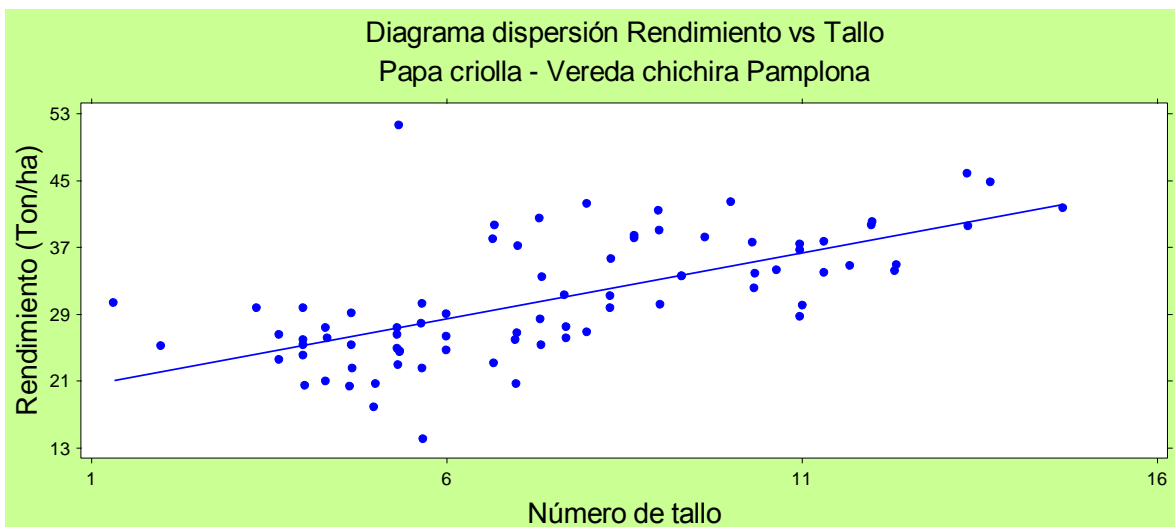
Para dar continuidad con otros de los objetivos de la investigación el cual refiere establecer la influencia de las variables independientes (número de tallo por planta, diámetro del tallo. número de flores por planta y altura de la planta) con la variable

dependiente (rendimiento en peso) se aplicó un análisis de regresión lineal múltiple, lo cual implica que en forma conjunta las variables independientes deben tener una relación inherente entre si.

Uno de los objetivos del análisis de regresión lineal es encontrar la mejor relación entre la variable dependiente con las independientes, al cuantificar la intensidad de dicha relación y emplear métodos que permita predecir valores de la variable respuesta ante valores dados de los regresores X_i

En esta investigación, como se dijo anteriormente se aplicó el análisis de regresión lineal simple para establecer la correlación entre las variables agrónomicas de las plantas de papa criolla para observar la influencia en el rendimiento de la misma ton/ha. Los resultados de las correlaciones y los de regresión se presentan a continuación en las tablas 9 y 10. Como se muestra en la figura 8 la variable dependiente rendimiento comparada con la variable independiente Número de tallo, donde se observa una correlación positiva con tendencia lineal.

Figura 7 Diagrama de dispersión rendimiento comparado con el número de tallos



En la grafica observamos que las variables evaluadas si cumplen con el modelo lineal que se aplicó a la investigacion, se toma como ejemplo el numero de tallos que es la variable que mas se correlaciona con el rendimiento.

Tabla 9 Matriz de correlaciones

	Rendimiento	NtalloPl	Diamtallo	AlturPl	Nflorepl
Rendimien	1,0000				
NtalloPl	0,6506	1,0000			
Diamtallo	0,5584	0,6208	1,0000		
AlturPl	0,0503	0,1038	0,0955	1,0000	
Nflorepl	0,0925	-0,0334	0,0307	-0,2753	1,0000

Las correlaciones del rendimiento (peso de los tubérculos de papa criolla) con las variables: número de tallos, y diámetro del tallo , fueron significativas al 5% ; mientras que se observó poca correlación entre el rendimiento y la altura de la planta y el número de flores.

Las variables que se correlacionan mejor con el rendimiento fueron: Número de tallos por planta (65%), diámetro de tallos (56%), estas correlaciones fueron positivas y significa que a medida que crece la variable independiente, crece la variable dependiente.

Al igual que (Cisneros 2015) que dice que el número de tallos se correlaciona directamente con el rendimiento y a medida que aumenta el número de tallos aumenta el rendimiento.

Lo que no concuerda con (Villamizar.2015) que se encontró que a mayor número de tallos se obtiene menor rendimiento.

Las variables altura de la planta y número de flores por planta, tienen una baja correlación con el rendimiento de la planta.

Tabla 10 Resultados de analisis de regresion lineal multiple

Predictor					
Variables	Coefficient	Std Error	T	P	VIF
Constant	7,60839	8,99109	0,85	0,4001	0,0
NtalloPl	1,22196	0,26066	4,69	0,0000	1,6
Diamtallo	1,13362	0,50183	2,26	0,0268	1,6
AlturPl	3,157E-03	0,08738	0,04	0,9713	1,1
Nflorepl	0,61088	0,52058	1,17	0,2443	1,1
R ²	0,4725	Mean Square Error (MSE)		29,5262	
Adjusted R ²	0,4443	Standard Deviation		5,43380	
AICc	278,81				
PRESS	2608,3				
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	1983,18	495,795	16,79	0,0000
Residual	75	2214,47	29,5262		
Total	79	4197,65			

Según estos resultados, se observa que al 5 % la variable número de tallos por planta (NtallosPl) y diámetro de tallo (diamtallo) son significativas dentro del modelo de regresión. El coeficiente de determinación (R^2) indica que las variables independientes antes mencionadas hacen variar al rendimiento de la papa en un 47.25%. El P valor del

análisis de varianza dentro de la regresión expresa que en forma conjunta todas las variables independientes estarían contribuyendo al rendimiento.

A continuación se muestra los resultados de la selección de variables para presentar varios modelos de regresión, para establecer cuál sería entre ellos el que nos representa mejor el fenómeno de estudio.

Tabla 11 Mejor subconjunto de modelo de regresión

Independent Variables: (A)NtalloPI (B)Diamtallo (C)AlturPI (D)Nflorepl					
P	Cp	Adjusted R Square	AICc - Min AICc	Resid SS	Model Variables
1	64,2	0,0000	45,23	4197,65	Intercept Only
2	6,0	0,4159	3,36	2420,84	A
2	21,8	0,3030	17,50	2888,69	B
2	65,0	-0,0042	46,71	4161,76	D
3	2,5	0,4482	0,00	2257,79	A B
3	6,1	0,4217	3,75	2366,02	A D
3	7,9	0,4086	5,54	2419,58	A C
4	3,0	0,4516	0,73	2214,50	A B D
4	4,4	0,4416	2,18	2255,12	A B C
4	8,1	0,4143	5,99	2365,14	A C D
5	5,0	0,4443	3,07	2214,47	A B C D

Es muy frecuente que la selección del modelo de regresión más adecuado implique muchas consideraciones, sin embargo para la selección del mejor modelo en esta investigación se determinó utilizando el estadístico Cp, el coeficiente de determinación y la suma de cuadrados del error. Desde el punto de vista de estos criterios, el mejor modelo está determinado como variables influyentes para el rendimiento de papa el número de tallos (A) y el diámetro de tallo (B).

Para una mayor comprensión de los resultados se realizará la regresión con la variable rendimiento y las variables número y diámetro de tallos a en la tabla 12 observamos los resultados

Tabla 12 Regresión del rendimiento con el número y diámetro de tallos.

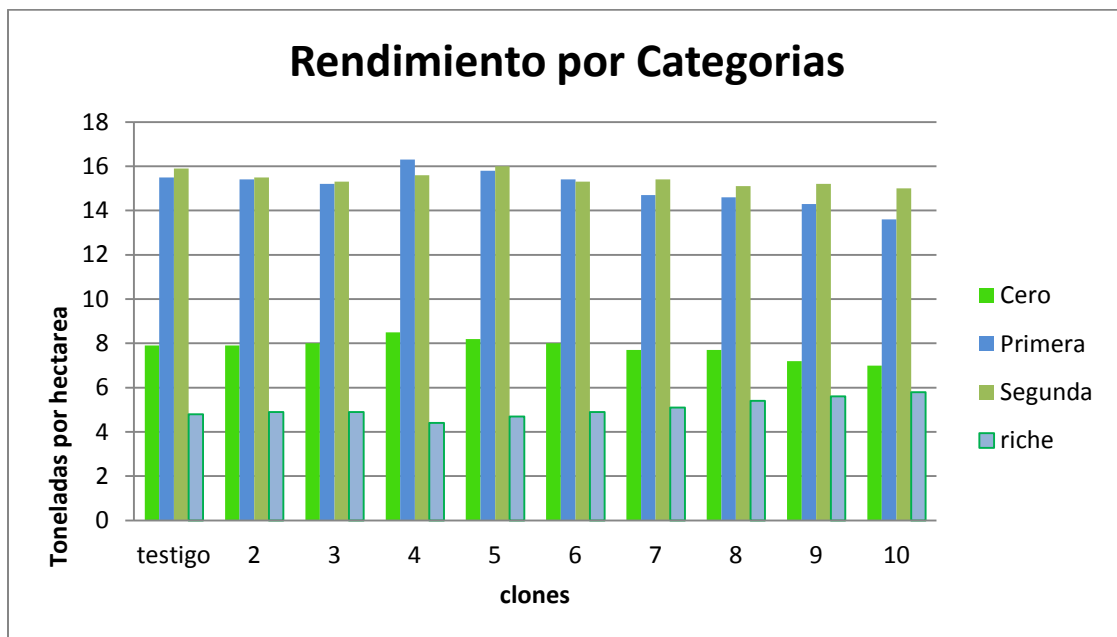
Least Squares Linear Regression of Rendimien					
Predictor					
Variables	Coefficient	Std Error	T	P	VIF
Constant	11,7424	3,45425	3,40	0,0011	0,0
NTallos	1,20121	0,25896	4,64	0,0000	1,6
Diatall	1,17458	0,49810	2,36	0,0209	1,6
R ²	0,4621	Mean Square Error (MSE)		29,3220	
Adjusted R ²	0,4482	Standard Deviation		5,41498	
AICc	275,74				
PRESS	2489,1				
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	1939,86	969,928	33,08	0,0000
Residual	77	2257,79	29,3220		
Total	79	4197,65			
Cases Included 80 Missing Cases 0					

El modelo de regresión estimado es:

$$\text{Rendimiento} = 11.74 + 1.20 * \text{Numero de tallos} + 1.17 * \text{diámetro de tallo}$$

El coeficiente de determinación (R^2) = 0.4621, indica que el 46.21% el número y diámetro del tallo estaría afectando el rendimiento de la papa en ton/ha. Estadísticamente es una contribución muy baja pero técnicamente se explica que una de las variables de gran importancia como es el área foliar no se está teniendo en cuenta dentro del modelo.

Figura 8 Comparación del rendimiento por categorías en toneladas por hectárea



La figura 8 nos muestra que en la categoría cero se obtuvo un promedio de 7,81 ton/ha, en la categoría primera 15.08 ton/ha, en la categoría segunda 15,43 t/ha y en la riche 5,5

ton/ha. Como se observa en la figura las categorías se comportan similar en todos los clones siendo la categoría primera y la categoría segunda las que más se producen en los clones siendo un punto a favor para los agricultores pues son las categorías que mejor pagan en el mercado

PRUEBAS DE EVALUACIÓN PARTICIPATIVA EN COSECHA.

En esta evaluación se realizó la reunión con los agricultores de la vereda para identificar los criterios de evaluación utilizados por ellos para cosechar un cultivo de papa criolla. Se realizó la demarcación de la primera repetición de la PEA de investigación con estacas con la finalidad de diferenciar cada clon. En seguida se cosechó un surco borde de cada parcela, es decir, de cada clon.

Los criterios de evaluación señalados por los agricultores son los siguientes:

- Buen rendimiento
- Tubérculos gruesos
- Forma del tubérculo
- Libre de plagas y enfermedades
- Buen Color
- Libre de peca
- Que resista después de cosecha

En seguida los agricultores realizaron la evaluación en campo con las variables anteriores. Esta votación se realizó en bolsas de papel que se encontraban marcadas con el nombre de cada variable. A cada agricultor se le entregó 7 granos que representan las siete variables que ellos seleccionaron.

Tabla 13 Resultados de la votación de las variables seleccionadas por los agricultores en la evaluación participativa en el momento de la cosecha.

VARIBALES	MAÍZ HOMBRES	ARVEJA MUJERES	TOTAL
Buen rendimiento	9	1	10
Tubérculos gruesos	7	3	10
Forma del tubérculo	11	2	13
Sin plagas y enfermedades	12	3	15
Buen color amarillo	5	1	6
Libre de peca	10	2	12
Que resista después de la cosecha	5	3	8

Una vez realizada la votación se procedió a ingresar al lote para verificar si los clones cumplían con las características que los agricultores quisieran obtener en sus cosechas de papa criolla.

Tabla 14 Resultados de votación de los clones según los criterios escogidos anteriormente.

CLON 1 (TESTIGO)	1
CLON 2	3
CLON 3	7
CLON 4	10
CLON 5	5
CLON 6	1
CLON 7	6
CLON 8	3
CLON 9	6
CLON 10	8

Según esta votación para los participantes el clon que más cumplía con las variables fue el clon 4 señalado de color azul, seguido del clon 10 señalado de color rojo y en tercer lugar el clon 3 señalado con color verde.

EVALUACIÓN ORGANOLEPTICA

Esta actividad consistió en recolectar papa criolla de cada surco cosechado de cada clon para prepararlas cocidas y en chips para que los agricultores las evaluaran en su sabor y contextura. A cada agricultor se le entregó una planilla de evaluación donde anotarían en el momento de la degustación de cada clon que características en cuanto a sabor le encontraban y algunas observaciones extras en cada degustación. Así mismo se realizó para las dos pruebas organolépticas en los diez clones de papa criolla.

Tabla 15 Resultados de degustación de agricultores en evaluación participativa

CLON	<i>EXCELENTE</i>		<i>B U E N O</i>		<i>R E G U L A R</i>		<i>M A L O</i>	
	<i>Cocido</i>	<i>Chips</i>	<i>Cocido</i>	<i>Chips</i>	<i>Cocido</i>	<i>Chips</i>	<i>Cocido</i>	<i>C h i p s</i>
1	1	0	3	6	2	3	0	0
2	5	2	0	5	2	2	0	0
3	1	1	3	4	2	2	0	1
4	0	2	2	4	4	4	1	0
5	1	2	3	4	2	2	0	0
6	0	1	3	4	2	2	0	0
7	2	3	0	4	2	2	0	0
8	0	4	4	3	1	1	0	0

9	0	1	1	3	5	5	0	0
10	1	1	1	7	1	1	1	0

En esta votación nos damos cuenta que el clon 10 fue el de mayor aceptación en la degustación de los agricultores en chips seguido del clon 1.

Cuando se presento la degustación de la papa cocida la que mas les gusto fue el clon 2 seguido clon 9

Conclusiones

- Los clones que superaron en rendimiento en los dos ciclos de las pruebas al testigo, (variedad Colombia, clon1 en la PEA), fueron en orden descendente, cuatro, siete, nueve, tres, seis y cinco.
- Estos clones muestran buen rendimiento comparados con la media nacional y departamental para ser lanzados como nuevas variedades para la región.
- Los clones evaluados tienen buena producción de categoría 1 y 2 que son las más comercializadas en el mercado.
- El primer ciclo 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 número de tallos por planta y el diámetro del tallo donde a mayor diámetro y número de tallos el rendimiento aumenta.
- El resultado de los agricultores coincidió con el resultado de la investigación ya que el clon 4 fue el de mayor rendimiento en ton/ha.

Recomendaciones

- Seguir con este tipo de investigaciones para lograr obtener mejores materiales que mejoren los rendimientos y la calidad en la región.
- Tener mayor capacitación en el manejo estadístico de los datos para que obtengamos los resultados esperados en este tipo de investigación.
- Seguir con la evaluación de diámetro y número de tallos ya que nos arrojo una buena correlación con el rendimiento.

Lista de referencias

Anuario-Estadístico. (2014). *Sector Aropecuario- Departameto, Norte de Santander*. San José de Cúcuta

Arias, Victoria, Bustos, Patricia y Nústez I., Carlos e. (2011) *evaluación del rendimiento en papa criolla (solanum phureja) variedad "yema de huevo", bajo diferentes densidades de siembra en la sabana de Bogotá*. agronomía colombiana; vol. 13, núm. 2 (1996); 152-161 agronomía colombiana; vol. 13, núm. 2 (1996); 152-161 2357-3732 0120-9965

Buitrago Germán, Alfonso López, Alfonso coronado y Fernando Osorno. 2004. determinación de las características físicas y propiedades mecánicas de papa cultivada en Colombia. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, vol. 8 (1): 102-110.

Cabezas Marco y Germán Córchelo. (2005). estimación de la interceptación de la radiación solar en papa criolla solanum phureja (juz et buk) en tres localidades colombianas. *Agronomía colombiana* 23 (1):62-73

Cabezas Marco. (2002). estimación de la interceptación de la radiación solar en papa criolla solanum phureja (juz et buk) en tres localidades colombianas. Trabajo de

grado maestría en ciencias agrarias. Escuela de posgrados. Facultad de agronomía. Bogotá d.c. universidad nacional de Colombia. 95 p.

Castro Saúl y Jorge Ruiz. 1972. estudio de los azúcares y otros componentes químicos inmediatos en la papa criolla *solanum phureja*. Trabajo de grado químico. Facultad de ciencias. Departamento de química. Bogotá d.c. universidad nacional de Colombia. 121 p.

Cisneros C. (2015) Evaluación del rendimiento agronómico de diez clones de papa criolla, (*Solanum phureja* Juz et Buck L.) en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander (2^{da} fase). Tesis de pregrado. Universidad de Pamplona. Pamplona Norte de Santander.

Convenio CORPOCEBADA- FEDEPAPA, 1996); Largo *et al.*, 1997; Bello *et al.*, 1997; Mora, 2000; Otálora y Puentes, 2004

Fedepapa. 2003. censo nacional de la papa. Revista papa no. 23. Federación colombiana de productores de papa. Bogotá, d.c., 51 p.

Guiliano A. Martin, Diana S. Bonilla C., Gustavo A. Ligarreto M Diego A. Fajardo (2011). Identificación y análisis de la variabilidad morfológica de 59 cultivares

de papa criolla (*solanum phureja juz. et buk.*). Universidad nacional de Colombia.

Bogotá.

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

Pamplona Norte de Santander.

Ministerio de agricultura y desarrollo rural – gobernación de Nariño – centro virtual de investigación de la cadena agroalimentaria de la papa – fondo nacional de fomento hortofrutícola. (2006) i censo nacional del cultivo de la papa, departamento de Nariño. Resultados área, producción y rendimiento año agrícola 2005. Bogotá. 55 p.

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial federación colombiana de productores de papa. 2004. guía ambiental para el cultivo de la papa. Dirección de desarrollo sectorial sostenible. Mavdt. Fedepapa. Bogotá, d.c. 56 p.

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

Núñez Carlos E., Escalló Rocío y Ramírez Mónica (2005). Evaluación del potencial de rendimiento y de la resistencia a *Phytophthora infestans* (mont. de Bary) en la colección de papas redondas amarillas de la especie *Solanum phureja* (Juz. et Buk.) Ingeniera agrónoma, facultad de agronomía, universidad nacional de Colombia, Bogotá.

Piñeros Niño, Clara. (2009) recopilación de la investigación del sistema productivo papa criolla convenio Sade 045/06. Secretaria de agricultura y desarrollo económico (gobernación de Cundinamarca). Federación colombiana de productores de papa. Bogotá.

Rivera Días Ingrid. 2005. aplicación de un modelo matemático para evaluar la pérdida de suelo (tn/ha/año) en una zona de ladera bajo cultivo de papa (*Solanum phureja*) en la sabana de Bogotá. Trabajo de grado magíster en ciencias agrarias. Facultad de agronomía. Universidad nacional de Colombia. Bogotá. 81 p.

Rivera Jesús, Aníbal Herrera y Luis Ernesto Rodríguez. 2003. procesamiento de papa criolla precocida y congelada mediante la técnica de congelación individual (iqf), en seis genotipos promisorios de papa criolla (*Solanum phureja*). *Agronomía colombiana*, vol 21 (1-2): 95 – 101.

Rodríguez Luis Ernesto, Carlos Eduardo Núñez y Nelson estrada (2009). Criolla latina, criolla paisa y criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el departamento de Antioquia (Colombia). Departamento de Agronomía, facultad de agronomía, universidad nacional de Colombia, Bogotá.




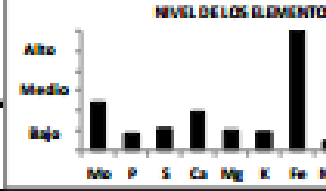
Universidad de Pamplona. Acuerdo No.186 de la Universidad de Pamplona del 02 de diciembre de 2005. Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado. 2005. P 21-25.

Villamizar (2015) 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. Tesis de pregrado. Universidad de Pamplona. Pamplona Norte de Santander.

Zapata, José Luis, Gloria Navas, Álvaro Tamayo y Cipriano días. 2006. manejo agronómico de la papa criolla para el procesamiento industrial. Corpoica. Boletín técnico no. 19. Centro de investigación la selva. Rio negro, Antioquia. 44 p.

http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm#Desarrollo del cultivo en Colombia [consultado 25 noviembre de 2015]

Anexo 1 Análisis de suelo

	VINCULACIÓN DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA	VC_P_115 Veridic: J		
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO DE SERVICIOS	Fecha de vigencia: (18-11-2013)		
LABORATORIO DE QUÍMICA DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS		# DE SOLICITUD 1096		
1. Información del cliente Nombre y Apellido: MARIA DEL SOCORRO CERÓN Cédula o NIT: NO INDICA Dirección: C.L. TRAJATA Zona: NORTE SANTANDER Municipio: PAMPLONA Tel. fijo/Celular: 4327300 EXT 1461 Tipo de análisis: COMPLETO		CODIGO DE LABORATORIO 514-17438		
2. Información de la muestra Identificación: SANTA TERESA Venado: CHEHRA Finca: SANTA TERESA Altano: 1438 Cultivo: PAPA CRULLA Estado: POR ESTABLECER Fecha de recepción: 2014-12-10 Fecha(s) de análisis: 2014-12-26 Fecha de reporte: 2015-01-08		 		
		Ynel Rodríguez Giraldo. (24968) Líder Unidad de Laboratorio de Suelos		
DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR*	INTERPRETACIÓN*
Textura al tacto		Organoléptico	FA	Franco-Arenosa
pH		Potenciométrica	4,18	FUENTE EXTREMADAMENTE ACIDA
Conductividad eléctrica	dS/m	Conductímetro suelo:agua 1:5	0,17	NO SALINO
Materia orgánica (MO)	%	Walkley & Black	5,10	MEDIO
Fósforo disponible (P) Bray II	mg/kg	Bray II	7,94	BAJO
Azufre disponible (S)	mg/kg	Fórmula molar básica de calcio	5,50	BAJO
Acidos intercambiable (NH ₄)	cmol _c /kg	ICI	3,73	
Aluminio intercambiable (Al)	cmol _c /kg	ICI	3,23	RESTRICTIVO
Calcio intercambiable (Ca)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	2,77	BAJO
Magnesio intercambiable (Mg)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	0,62	BAJO
Potasio intercambiable (K)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	0,10	BAJO
Sodio intercambiable (Na)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	0,10	NORMAL
capacidad de intercambio catiónico (CIC)	cmol _c /kg	Suma de cationes	7,21	BAJO
Hierro disponible (Fe) Olsen	mg/kg	Olsen modificado	433,00	ALTO
Manganeso disponible (Mn) Olsen	mg/kg	Olsen modificado	1,20	BAJO
Zinc disponible (Zn) Olsen	mg/kg	Olsen modificado	0,90	BAJO
Cobre disponible (Cu) Olsen	mg/kg	Olsen modificado	1,30	ALTO
Boro disponible (B)	mg/kg	Fórmula molar básica de calcio	0,01	BAJO
SATURACION DE BASES				NIVEL DE LOS ELEMENTOS*
Saturación de Calcio	38%	Medio		
Saturación de Magnesio	8%	Bajo		
Saturación de Potasio	1%	Bajo		
Saturación de Sodio	1%	Normal		
Saturación de Aluminio	48%	RESTRICTIVO		
RELACIONES IÓNICAS				
Relación Ca/Mg	4,5			
Relación (Ca+Mg)/K	35,3			
Relación Mg/K	6,4			
Relación Ca/B	49034			
CORPOICA CORPORA: información basada en ICA, 2001. Fertilización en agricultura. Guía nacional. Manual de asistencia N. 20. Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia. Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma. Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de CORPOICA. CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800146600-3 CENTRO DE INVESTIGACIÓN TRAJATA KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA (CUNDINAMARCA)				

Anexo 2 Formatos de campo para la caracterización morfológica y agronómica de los clones de *Solanum phureja*

Caracterización de Planta y hojas																														
No Parcela	Geneología	Altura de planta (cm)			Diámetro del tallo (mm)			No de tallos planta			Dimensiones de hojas						FOLIOLO TERMINAL						FOLIOLO LATERAL							
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	Largo (mm)			Ancho (mm)			ANCHO (mm)			LARGO (mm)			ANCHO (mm)			LARGO (mm)				
												1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	CLON 2																													
2	CLON 3																													
3	CLON 4																													
4	CLON 5																													
5	CLON 6																													
6	CLON 7																													
7	CLON 8																													
8	CLON 9																													
9	CLON 10																													
10	Testigo																													
11	CLON 3																													
12	CLON 2																													
13	CLON 8																													
14	CLON 9																													
15	Testigo																													
16	CLON 4																													
17	CLON 5																													
18	CLON 7																													
19	CLON 6																													
20	CLON 10																													
21	CLON 8																													
22	Testigo																													
23	CLON 3																													
24	CLON 7																													
25	CLON 6																													
26	CLON 9																													
27	CLON 4																													
28	CLON 10																													
29	CLON 5																													
30	CLON 2																													
31	Testigo																													
32	CLON 5																													
33	CLON 8																													
34	CLON 2																													
35	CLON 4																													
36	CLON 3																													
37	CLON 6																													
38	CLON 7																													
39	CLON 10																													
40	CLON 9																													

**Anexo 3 Formatos de campo para los rendimientos de los clones de *Solanum*
*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 4 Evidencia Fotográfica





inovación en TUBÉRCULOS

PEA CHICHIRA 06-0

Clon	Av	FR	TOTAL
Clon 1	3	-	3
Clon 2	3	-	3
Clon 3	7	-	7
Clon 4	10	-	10
Clon 5	5	-	5
Clon 6	1	-	1
Clon 7	5	1	6
Clon 8	3	-	3
Clon 9	5	1	6
Clon 10	7	1	8

