

COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE DOS CLONES DE PAPA CRIOLLA *Solanum  
phureja*, Just et Buck EN EL MUNICIPIO DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER

JUAN FERNANDO JACOME SANDOVAL

COD: 1090441223

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
INGENIERIA AGRONÓMICA  
PAMPLONA

2017

COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE DOS CLONES DE PAPA CRIOLLA *Solanum  
phureja*, Just et Buck EN EL MUNICIPIO DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER

JUAN FERNANDO JACOME SANDOVAL

COD:1090441223

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 AGRONÓMICA

PAMPLONA

2017

## **AGRADECIMIENTOS**

En el presente trabajo me gustaría agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hoy hago realidad este sueño anhelado.

A la Universidad de Pamplona por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director de tesis, Docente César Villamizar Quiñones I.A MSc por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores de toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial a mis profes Neyza guerrero, Oscar Duran, Javier Castellanos y Jesús García Q.E.P.D siempre me brindaron sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

De igual manera a la profesora Gladys Montañez por su paciencia y dedicación para con sus asesorías en este proyecto.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

**JUAN FERNANDO**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis padres y a mi nonita Rosa por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hermana Clara y a mis tíos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar. A mi primita Isabella quien ha sido y es una motivación, inspiración y felicidad.

A mi Nono Fernando que, aunque ya no se encuentre con nosotros físicamente, siempre estará en mi corazón por haber creído en mí hasta el último momento. ¡Ya soy ingeniero!

**JUAN FERNANDO**

## TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1 .....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	12
1.4 DELIMITACIÓN.....	13
1.5 OBJETIVOS.....	14
1.5.1 OBJETIVO GENERAL .....	14
1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	14
CAPÍTULO 2 .....	15
2.1 ANTECEDENTES .....	15
2.2 MARCO CONTEXTUAL .....	19
2.1.7 UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	20
CAPITULO3 .....	22
3. MARCO TEORICO .....	22
3.1 TAXONOMÍA DE LA PAPA .....	22
3.2 MORFOLOGÍA DE LA PAPA .....	22
3.3 PLANIFICACIÓN DEL CULTIVO .....	23
3.4 FENOLOGÍA DEL CULTIVO.....	24
3.5 FASE FENOLÓGICA.....	25
3.6 ETAPA FENOLÓGICA.....	26
4.1 METODOLOGÍA .....	28
4.1.1 LOCALIZACIÓN .....	28
4.1.2 MATERIAL VEGETAL.....	29
4.1.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	29
4.1.4 COORDENADAS EN DONDE SE REALIZÓ EL DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA FINCA SANTA ISABEL.....	29
4.1.5 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN EN CAMPO .....	30

4.1.6 DESARROLLO FENOLÓGICO .....	30
4.1.7 ÁREA FOLIAR.....	30
4.1.8 MASA SECA .....	31
4.1.9 RELACIÓN FUENTE-DEMANDA.....	31
4.2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO .....	31
4.3 GRADOS CALOR DÍA.....	32
4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	34
5. RESULTADOS Y ANALISIS .....	35
5.2 MODELO DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO CON LA CONSTANTE TÉRMICA.....	40
5.3 ÍNDICE DE COSECHA .....	46
5.4 ÁREA FOLIAR.....	46
5.5 RENDIMIENTO .....	47
5.6 CORRELACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE LOS MATERIALES DE PAPA CRIOLLA. ....	48
5.7 DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES TAN, TCC, IAF Y COMPARACIÓN CON LA CONSTANTE TÉRMICA GCD (GRADOS CALOR DÍA) EN LOS CLONES 5 Y 9.....	49
CONCLUSIONES .....	52
RECOMENDACIONES .....	53
7.REFERENCIAS .....	54
8.ANEXOS.....	56
ANEXO 1. ANÁLISIS DE SUELO.....	56
ANEXO 2. CARACTERIZACIÓN Y DIFERENCIACIÓN CRONOLÓGICA DE LOS CLONES EVALUADOS .....	57
ANEXO 3. EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS.....	67

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	22
TABLA 2: REGISTRO Y ORIGEN DE COLECTA DE CLONES NATIVOS DE PAPA CRIOLLA. ....	29
TABLA 4: FENOLOGÍA DEL CLON 5 DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO.....	57
TABLA 5: FENOLOGÍA DEL CLON 9 DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO.....	62
TABLA 6: MATRIZ DE CORRELACIONES.....	40
TABLA 7: MODELO DE REGRESIÓN LINEAL. ....	41
TABLA 8: ÍNDICE DE COSECHA POR MUESTRAS Y POR CLONES.....	46
TABLA 9: MATRIZ DE CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS.....	48

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. LÍMITES DEL MUNICIPIO.	20
FIGURA 2: PLANO DE DISTRIBUCIÓN CLONES Y REPETICIONES	30
FIGURA 3 : NÚMERO DE TALLOS	35
FIGURA 4: NÚMERO DE HOJAS	35
FIGURA 5: NÚMERO DE ESTOLONES	36
FIGURA 6: NUMERO DE FLORES	36
FIGURA 7: NÚMERO DE BAYAS	37
FIGURA 8: NÚMERO DE TUBÉRCULOS	37
FIGURA 9: DIÁMETRO DE LA PLANTA	38
FIGURA 10:ALTURA DE LA PLANTA	38
FIGURA 11: ETAPAS DE DESARROLLO DEL CLON 5 Y CLON 9	39
FIGURA 12. MODELO DE REGRESIÓN DE MEJOR AJUSTE.	42
FIGURA 13. VERIFICACIÓN DE NORMALIDAD PROBABLE.	43
FIGURA 14. REGRESIÓN LINEAL CLON 9	43
FIGURA 15.MODELO DE REGRESIÓN DE MEJOR AJUSTE.	43
FIGURA 16.PRUEBA DE NORMALIDAD	44
FIGURA 17. REGRESIÓN LINEAL CLON 5	44
FIGURA 18 .MODELO DE MEJOR AJUSTE.	45
FIGURA 19.PRUEBA DE NORMALIDAD	45
FIGURA 20.ÁREA FOLIAR DE CADA CLON	46
FIGURA 21. RENDIMIENTO EN TONELADAS POR HECTÁREA	47
FIGURA 22 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR CLON 5	49
FIGURA 23 :ÍNDICE DEL ÁREA FOLIAR CLON 9	49
FIGURA 24: TASA DE ASIMILACIÓN NETA CLON 5	50
FIGURA 25: TASA DE ASIMILACIÓN NETA CLON 9	50
FIGURA 26 : TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO CLON5	51
FIGURA 27: TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO CLON 9	51



## Capítulo 1

### 1. INTRODUCCIÓN

La papa es uno de los cultivos más representativos de las zonas frías del Norte de Santander, pues es una de las principales fuentes de ingreso para los agricultores.

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 reportado por AGRONET.

Desde el año 2014 se ha venido trabajando en convenio con Corpoica la comparación del rendimiento de 10 clones de papa criolla *Solanum phureja*, Just et Buck en tres municipios del Departamento como son Mutiscua, Chitagá y Pamplona donde se han determinado que los clones 9 y 5 son los que mejor rendimiento han arrojado en las tres localidades a pesar de las diferencias agroclimáticas que se presentan.

Estas investigaciones han sido muy importantes pues se pueden manejar dos nuevos materiales que se ajustan a las necesidades de los agricultores, es por esto que en este trabajo se pretende complementar la investigación realizando una comparación fenológica con el fin de conocer las diferencias existentes entre estos clones y crear conciencia de manejos agronómicos ajustados a las necesidades de las plantas identificando épocas críticas donde se deben ejecutar labores culturales que permiten un normal desarrollo y crecimiento del cultivo o aplicar tratamientos adecuados para enfrentar la influencia negativa de factores bióticos o abióticos.

En términos generales, para la papa se pueden observar cinco etapas de crecimiento, derivadas de estudios realizados en diferentes partes del mundo. El primero, se refiere al desarrollo de los brotes del tubérculo y a la emergencia de los mismos sobre la superficie del suelo; en la segunda etapa se presenta el crecimiento vegetativo de la planta con la elongación de tallos principales y secundarios y el crecimiento de hojas; simultáneamente ocurre el crecimiento de raíces y estolones; en esta etapa comienza el proceso de la fotosíntesis. La tercera etapa comprende la iniciación del crecimiento del gancho del estolón e inicia la aparición del botón

floral; el crecimiento de la cuarta etapa corresponde a la expansión de las células del tubérculo con la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos: Los tubérculos demandan la materia seca de la parte aérea de la planta y se llega al punto máximo del crecimiento del área foliar de la planta; la floración llega a su plenitud. La quinta y última etapa corresponde a la maduración del cultivo donde las hojas comienzan la senescencia, tornándose de color amarillo por el descenso de las tasas de fotosíntesis y la paulatina acumulación de materia seca en los tubérculos. El llenado del tubérculo es lento hasta alcanzar madurez fisiológica y, posteriormente, se llega a la fijación de la epidermis del tubérculo.

La duración de las etapas de desarrollo en el cultivo de papa, está en función de las condiciones ambientales de la zona, de la altitud sobre el nivel del mar, la temperatura ambiente, la velocidad en la acumulación de horas de brillo solar, el tipo de suelo, la variedad y el manejo agronómico, entre otros aspectos.

Se tomará como base la Escala BBCH que incluye la diferenciación de diez etapas de desarrollo conforme a la partición de asimilados, es decir, la asignación de materia seca y cómo se distribuyen en cada uno de los órganos de la planta, lo cual tiene efectos sobre los diferentes cambios que ocurren en la planta.

Se definieran cinco etapas, desde la emergencia del cultivo hasta la madurez observando los cambios ocurridos en la planta (parte aérea y parte subterránea), variables primarias como área foliar y pesos secos por órganos que sirvieron para el cálculo de índices fisiológicos.

La fenología tiene como finalidad estudiar y describir de manera integral, los diferentes eventos morfogénicos que dan origen a todas las estructuras que caracterizan la forma de una planta adulta, en este caso particular para papa Criolla se consideran determinantes y son la base para la toma de decisiones para la implementación de acciones en todo sistema agrícola, permitiendo a los productores obtener con su aplicación, una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades del cultivo, con el fin de incrementar la productividad del cultivo de papa en las diferentes zonas de producción.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

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 reportado por AGRONET.

La investigación, en materiales genéticos de papa para la región se perdió después de las décadas de los 80 y 90, hasta donde el Programa Nacional de Tuberosas del ICA en convenio con el Centro Internacional de la Papa (CIP) realizaban pruebas regionales que permitieron lanzar dos variedades: la ICA Chitagá y la ICA Mutiscua (Villamizar, 2013).

Se realizan labores de manera empírica basados en conocimientos tradicionales debido a que los agricultores de la zona no cuentan con asistencia técnica especializada, ellos recuren a sembrar sus cultivos de manera cultural según como aprendieron de sus abuelos o padres desde décadas anteriores.

Este trabajo tiene como finalidad realizar un registro de información sistematizada sobre la fenología del cultivo de papa criolla en las condiciones agroecológicas en el municipio de Pamplona Norte de Santander ya que en la región no se encuentra ningún registro de los 10 clones de Corpoica que se estuvieron realizando estudio en los años anteriores.

### **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)

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.

El presente trabajo brindara a los agricultores un conocimiento sobre el crecimiento y desarrollo para obtener menos costos en la producción del cultivo pues mediante la investigación de la fenología obtenemos datos específicos de los manejos que deben tener tanto en el manejo cultural como en las aplicaciones de agroquímicos obteniendo mejores rendimientos y menos gastos.

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 tratará de solventar las deficiencias en el conocimiento que presentan los agricultores sobre el manejo adecuado y aplicaciones en el cultivo 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 tendrá un alcance de tipo científico y técnico; científico por que se aportan indicadores sobre la fenología de los materiales bajo los agroecosistemas de la región, se contara con las constantes térmicas de los dos materiales y técnicos porque se relaciona la fenología con el manejo agronómico que son 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. del cultivo de la papa criolla ayudará a que los agricultores les 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 la relación existente entre factores climáticos y los ciclos de los cultivos de los dos mejores clones que tuvieron rendimiento en las condiciones agroecológicas de Norte de Santander y pueda remplazar los 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 el crecimiento de dos clones de papa criolla en la vereda Chichira del municipio de Pamplona Norte de Santander.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Establecer los modelos de crecimiento y el desarrollo de los clones 5 y clon 9
- Determinar el modelo de crecimiento y desarrollo con la constante térmica (grados calor día).
- Correlacionar los rendimientos de los materiales de papa criolla.
- Determinar en los clones las variables TAN, TCC, IAF y realizar una comparación con la constante térmica GCD (grados calor día).

## Capítulo 2

### 2.1 ANTECEDENTES

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

#### **2.1.1 Evaluación del crecimiento, desarrollo y componentes de rendimiento de cuatro cultivares de papa criolla en dos localidades del departamento de Cundinamarca:**

Esta investigación se realizó con el objeto de evaluar el desarrollo, crecimiento, relación fuente-demanda y rendimiento de cuatro cultivares de papa criolla: Criolla Colombia, C. Guaneña, C. Latina y C. Galeras, en dos localidades del municipio de Chipaque (Cundinamarca) en altitudes de 2.572 y 2.859 msnm. Semanalmente se realizaron muestreos destructivos para determinar los estados de desarrollo fenológico, área foliar (AF) y materia seca (MS), para la obtención de los modelos de crecimiento a partir de análisis funcional, índices de crecimiento y potenciales de fuente y demanda durante el ciclo de cultivo. (Santos,2010)

#### **2.1.2 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<sup>-1</sup>) 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)

**2.1.3 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<sup>da</sup> 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)

**2.1.4 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. La conclusión fue que los dos mejores clones fueron los clones 2 y 9 en los dos ciclos productivos de papa criolla, Estos clones mostraron buen potencial para ser lanzados como nuevas variedades para la región. (Villamizar, 2015)



**2.1.5 Comparación de diez clones de papa criolla (*Solanum phureja*, juz et buck) durante dos ciclos productivos en la vereda chichira del municipio de Pamplona, Norte de Santander:** 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. Se concluyó que Los clones que superaron en rendimiento en los dos ciclos de las pruebas al testigo, clon 1 (variedad Colombia, PEA), fueron en orden descendente, cuatro, siete, nueve, tres, seis y cinco. (García, 2016)

**2.1.6 Evaluación de la fertilización en el rendimiento de cuatro clones de papa criolla (*solanum phureja juz et buk*) en el municipio de Chitagá, norte de Santander.** El cultivo de papa representa la principal atribución de ingresos para los agricultores y comerciantes de la región. Con este proyecto, busca favorecer al agricultor obteniendo mayores o iguales rendimientos con uso razonado de fertilizantes y agroquímicos en sus parcelas que no solo mejora sus ganancias si no que protege el suelo y sus componentes fisicoquímicos para usarlo más tiempo. Se concluyó Para la región los tres clones estudiados podrían remplazar a la variedad Colombia, porque presentan rendimientos similares bajo las condiciones de estudio para el municipio de Chitagá. (Lara, 2016).

**2.1. 7 Escalas fenológicas de las variedades de papa parda pastusa, diacol capiro y criolla “yema de huevo” en las zonas productoras de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia.**

El estudio realizo en tres variedades de papa y cuatro localidades: Copaquira (Cundinamarca), Pipíales (Nariño), Ventaquemada (Boyacá) y La Unión (Antioquia), durante los tres ciclos de evaluación en los años 2007, 2008 y 2009, se tomó como base la Escala BBCH que incluye la diferenciación de diez etapas de desarrollo conforme a la partición de asimilados, es decir, la

asignación de materia seca y cómo se distribuyen en cada uno de los órganos de la planta, lo cual tiene efectos sobre los diferentes cambios que ocurren en la planta. Se definieron cinco etapas, desde la emergencia del cultivo hasta la madurez observando los cambios ocurridos en la planta (parte aérea y parte subterránea),

variables primarias como área foliar y pesos secos por órganos que sirvieron para el cálculo de índices fisiológicos. La utilidad de la descripción fenológica de la planta, está en conocer las diferencias existentes entre las variedades de papa de uso común por parte de los agricultores y crear conciencia de manejos agronómicos ajustados a las necesidades de las plantas. Así mismo, permiten identificar épocas críticas donde se deben ejecutar labores culturales que permitan un normal desarrollo y crecimiento del cultivo o aplicar tratamientos adecuados para enfrentar la influencia negativa de factores bióticos o abióticos. Se llegó a la conclusión que el análisis de crecimiento y desarrollo en papa, permite identificar los cambios morfológicos y estructurales de las plantas en el cultivo. Este puede ser un indicativo para que el agricultor pueda inferir sobre los cambios de la parte subterránea al observar el crecimiento y desarrollo de la parte aérea, bajo condiciones normales de ambiente. (Valbuena,R.,Roveda,G.,& Bolaños,A,2009).

#### **2.1.8 Evaluación del efecto de la fertilización en el rendimiento de cuatro clones promisorios de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buck L.) en el Municipio de Pamplona – Norte de Santander.**

El objetivo principal de este estudio fue determinar el efecto que tenían cuatro dosis de fertilización (Dosis del agricultor (T1), análisis de suelo (T2), análisis de suelo+50% (T3) y análisis de suelo -25% (T4) en la zona, empleando cuatro clones promisorios de papa criolla, utilizando los clones 2, 5 y 9 como los mejores materiales que han tenido una mayor adaptabilidad, rendimiento y como testigo el clon 1, variedad criolla Colombia. De igual manera se tomaron en campo cuatro variables agronómicas, altura de la planta, área foliar, calibre de tallos y número de tallos. Para establecer la influencia que presentan en el rendimiento del cultivo.

Los resultados obtenidos demuestran que los materiales empleados, superaron los promedios nacionales y departamentales en ton/ha, los cuales no presentaron diferencias significativas lo que

significa que se comportaron y obtuvieron un rendimiento en kg/ha muy semejante, donde el clon 5 aunque fue muy parecido a los otros en rendimiento presento un mayor desempeño de (33.392 kg/ha), seguido del clon 1 con (30.004 kg/ha), el clon 9 con (27.871 kg/ha) y por último el clon 2 con (27.660 kg/ha). Entre las dosis empleadas muestra la prueba de Tukey que, si hay diferencias significativas entre los métodos de fertilización, mostrando que los rendimientos de los tratamientos T3, T1 y T2 presentaron una producción en Kg/ha muy semejantes, a diferencia del T4 siendo está totalmente diferente a los otros tratamientos, pero con una tendencia muy parecida al T2. Se concluyó que el clon 5 fue el que mejor respondió a los diferentes niveles de fertilización y sus rendimientos oscilaron entre 44.54 ton/ha y 29.65 ton/ha. (Arellano,2016)

## **2.2 MARCO CONTEXTUAL**

### **2.1.2 Descripción Física:**

Según la alcaldía de Pamplona el municipio de Pamplona está situado en las coordenadas 72°39' de longitud al oeste de Greenwich y a 7° y 23' de latitud norte. Se encuentra situada a 2.200 metros sobre el nivel del mar. ( Acladia De pamplona, 2017)

### **2.1.3 Límites del municipio:**

Pamplona, limita al Norte con Pamplonita y Cucutilla, al sur con los municipios de Cácosta y Mutiscua, al oriente con Labateca y al occidente con Cucutilla. ( Acladia De pamplona, 2017)

### **2.1.4 Extensión**

**Extensión total:**318 km<sup>2</sup>

**Extensión área urbana:**59.214 km<sup>2</sup> con 76 983 habitantes aproximadamente km<sup>2</sup>

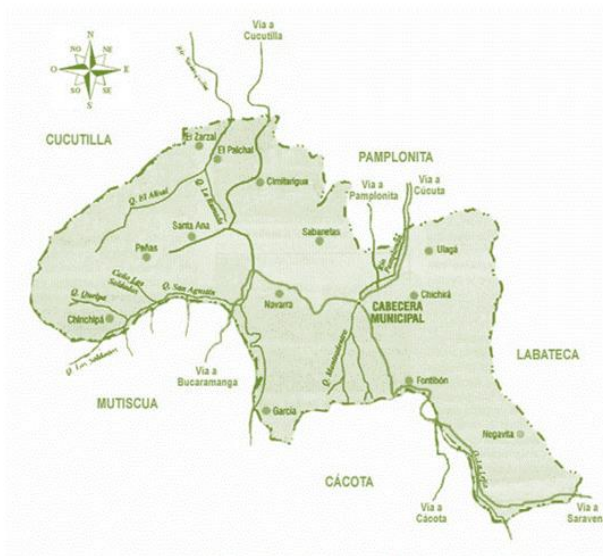
**Extensión área rural:**1.176 km<sup>2</sup>

**2.1.5 Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar):** 2.200 metros sobre el nivel del mar.

### 2.1.6 Temperatura media: 16° C

**Distancia de referencia:** 75 kilómetros de San José de Cúcuta y 124 kilómetros de Bucaramanga. ( Acladia De pamplona, 2017)

**Figura 1. Límites del municipio.**



Fuente: (Alcaldía de Pamplona, 2017)

### 2.1.7 Ubicación Del Ensayo

**Municipio:** Pamplona

**Vereda:** Chíchira

**Finca:** Santa Isabel

**Altura:** 2387 msnm

**Lote:** 325 m<sup>2</sup>

**Temperatura:** 18°c

**Localización:** El ensayo se encuentra en la finca santa Isabel está situada en las coordenadas 7,362378 de latitud y -72,606428 longitud.

## **2.2 MARCO LEGAL**

**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

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 TAXONOMÍA DE LA PAPA

**Tabla 1 clasificación taxonómica.**

<b>Categoría</b>	Taxón
<b>Familia</b>	Solanaceae
<b>Género</b>	Solanum
<b>Sección</b>	Petota
<b>Subsección</b>	Potatoes
<b>Especies</b>	Se dividen en silvestres y cultivadas

Manual para educación agropecuaria PAPAS, B. Persons. (David, 1998)

#### 3.2 MORFOLOGÍA DE LA PAPA

1. Raíces. Las raíces de la planta de papa son adventicias. La papa se propaga por tubérculos. El suelo debe ser arcilloso preferentemente. La mayoría de las raíces se encuentran en los primeros 40 centímetros del suelo.

2. Tallos. La papa produce un tallo normal de tipo herbáceo, erecto, un poco vellosa, y con ramificaciones no muy desarrolladas.

3. Tubérculos. Además de tallo la papa produce en la tierra tallos modificados, se llaman tubérculos. El tallo empieza como un estolón que se engrosa por la punta y que luego forma tubérculo.

4. Hojas. Estas son del tipo compuesto, con varios folíolos opuestos y uno grande como terminal. Las hojas son un poco vellosas. En las axilas, que forman las hojas con tallo, salen las yemas vegetativas.

5. Flores. La inflorescencia de la papa es de tipo cima, compuesta de terminal de pedúnculos largos. La flor es completa y los cinco pétalos se fusionan formando un tubo floral. Manual para educación agropecuaria PAPAS, B. (David, 1998)

### 3.3 PLANIFICACIÓN DEL CULTIVO

- Temperatura:

Durante su crecimiento, el cultivo de papas requiere una variación de temperatura ambiental. Después de la siembra, temperatura debe subir a unos 20°C para que la planta se desarrolle bien. Luego, se necesita una temperatura más alta para su buen crecimiento del follaje; aunque no debe pasar de los 30°C. Durante el desarrollo de los tubérculos, es importante que la temperatura se encuentre entre los 16°C y 20°C. Específicamente en regiones más calientes es esencial que las noches sean frescas, para ayudar a la inducción de tuberización de tallos.

- Luz:

El tubérculo no requiere luz para brotar. Sin embargo, cuando la planta ha emergido, necesita bastante luz para su desarrollo. Un sol fuerte durante mucho tiempo reduce la producción.

- Humedad:

La planta de papa requiere de continua provisión de agua durante la etapa de crecimiento. La cantidad total de agua para el cultivo es aproximadamente 500mm. Para poder sembrar, se necesita un tiempo seco a través del cual se prepara la tierra y se efectúa la siembra. Durante la primera etapa de su desarrollo, la planta requiere solo de poca agua; pero después, y hasta la cosecha, el consumo de agua es alto. Asimismo, para facilitar la cosecha, el campo debe estar seco.

- Suelo

La papa puede crecer en casi todo tipo de suelos, excluyendo los muy húmedos, porque la semilla se pudre. El suelo debe proveer agua, nutrientes y oxígeno a las raíces. Además, la estructura del suelo debe facilitar las labores de preparación de la tierra, del manejo del cultivo y de la cosecha.

La profundidad de la tierra debe ser por lo menos 35 cm, para que las raíces y los tubérculos puedan desarrollarse adecuadamente. La granulación debe ser relativamente fácil. La cama de semillas debe tener una estructura granulada para ayudar a la filtración de agua hacia las raíces. Además, la tierra granulada facilita la cosecha mecánica de los tubérculos.

La humedad debe ser adecuada. La papa requiere un suelo húmedo y a la vez una aireación. Un ambiente muy húmedo hace que la papa se pudra. Y un ambiente muy seco hace que la papa se detenga el crecimiento. Manual para educación agropecuaria PAPAS , B. Persons. (David, 1998)

La acidez del suelo o el pH debe ser entre 5.5 y 7.

La cantidad de sales debe ser baja.

La cantidad de materia orgánica debe ser superior a 2% como mínimo, para que el suelo no forme costras.

- Semillas

Las características deseadas de la calidad de las semillas son las siguientes:

- ✓ Variedad apropiada y genética buena.
- ✓ Tamaño uniforme, con un peso entre 40 y 50g cada una.
- ✓ Tubérculos enteros, sin daños, para evitar enfermedades.
- ✓ Libre de pulgas y enfermedades.
- ✓ Material no muy seco ni arrugado.

- Época de siembra

Para determinar la época de siembra, el productor debe observar que la temperatura, la humedad y el fotoperiodo. Para que los brotes formen tallos y raíces, la temperatura del suelo debe estar superior a los 10° C, se debe prever que mas tarde la temperatura sube consideradamente para el desarrollo de la planta.

En regiones con la estación marcada de lluvias, se siembra antes de que empiecen éstas, para tener bastante agua durante la época de crecimiento. La cosecha se efectúa, en este caso, al final del periodo pluvial. Manual para educación agropecuaria PAPAS , B. Persons. (David, 1998)

### 3.4 FENOLOGÍA DEL CULTIVO

El desarrollo del cultivo de papa puede dividirse en: crecimiento vegetativo, desarrollo de las partes vegetativas cosechables, desarrollo reproductivo y senescencia (Valbuena, 2000). El desarrollo vegetativo comprende cuatro estadios principales, según la escala BBCH: germinación-brotación, desarrollo de hojas, formación de brotes laterales y crecimiento longitudinal de brotes principales; durante estos estadios se presenta el inicio de la brotación del tubérculo-semilla y el desarrollo de brotes, comienza la formación de raíces y tallos con su posterior emergencia, se forman los brotes laterales y se da el crecimiento longitudinal de los



brotos principales. En papa criolla la emergencia se inicia 15 días después de la siembra (dds), pero sólo hasta 21 dds ha emergido más de 50% de la población de plantas. El crecimiento de raíces y estolones a 30 dds es progresivo; en plantas que provienen de tubérculos-semillas de categoría primera y segunda, los estolones se forman hasta los 51 dds y, en plantas provenientes de tubérculos-semillas categoría tercera, hasta los 58 dds (Bello y Pinzón, 1997). En las primeras semanas del cultivo, el aumento en el número de hojas es lento y a partir de los 65 dds es acelerado, hasta alcanzar un punto máximo 107 dds; luego, se observa un descenso gradual hasta los 121 dds, cuando se realiza la cosecha (Meier, 2001). El desarrollo de las partes vegetativas cosechables del cultivo se inicia con la formación de los tubérculos, cuando las puntas del primer estolón se hinchan dos veces el diámetro del resto del estolón, para continuar con el desarrollo del tubérculo hasta alcanzar el máximo de su masa total; los tubérculos se pueden desprender fácilmente de los estolones, pero la piel aún no está madura: se quita fácilmente con el pulgar. Posteriormente, se presenta la maduración de la piel: en el extremo apical del tubérculo, la piel no se quita con el pulgar (Meier, 2001). Este estadio se puede subdividir en tres etapas: la primera es la formación del tubérculo, entre 8 y 13 semanas; la segunda, engrosamiento y diferenciación, entre 13 y 16 semanas, y la tercera, el llenado final, a partir de las 16 semanas después de siembra (Alvarado, 1986). En papa criolla la formación de tubérculos se inicia a partir de los 51 dds; después de 79 dds y hasta la cosecha, sigue un periodo de engrosamiento y diferenciación, que se caracteriza por un aumento acelerado en el peso y el tamaño de los tubérculos (Bello y Pinzón, 1997). El crecimiento reproductivo del cultivo corresponde a la aparición del órgano floral, en donde se presenta el desarrollo que va desde la antesis hasta el final de floración; a continuación, se inicia la formación de fruto, que incluye su desarrollo y maduración final. En papa criolla los primeros botones florales se observan, para más de 50% de la población, 44 dds, mientras que la senescencia del cultivo se inicia desde el comienzo del amarillamiento de las hojas hasta la cosecha (Meier, 2001). (Jaiver Danilo Sánchez, 2005)

### 3.5 FASE FENOLÓGICA

En la papa se pueden observar cinco etapas de crecimiento, derivadas de estudios realizados en diferentes partes del mundo. El primero, se refiere al desarrollo de los brotes del tubérculo y a la emergencia de los mismos sobre la superficie del suelo; en la segunda etapa se presenta el crecimiento vegetativo de la planta con la elongación de tallos principales y secundarios y el

crecimiento de hojas; simultáneamente ocurre el crecimiento de raíces y estolones; en esta etapa comienza el proceso de la fotosíntesis. La tercera etapa comprende la iniciación del crecimiento del gancho del estolón e inicia la aparición del botón floral; el crecimiento de la cuarta etapa corresponde a la expansión de las células del tubérculo con la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos: Los tubérculos demandan la materia seca de la parte aérea de la planta y se llega al punto máximo del crecimiento del área foliar de la planta; la floración llega a su plenitud. La quinta y última etapa corresponde a la maduración del cultivo donde las hojas comienzan la senescencia, tornándose de color amarillo por el descenso de las tasas de fotosíntesis y la paulatina acumulación de materia seca en los tubérculos. El llenado del tubérculo es lento hasta alcanzar madurez fisiológica y, posteriormente, se llega a la fijación de la epidermis del tubérculo. (Valbuena, R. Roveda, G., & Bolaños, A., 2009)

### 3.6 ETAPA FENOLÓGICA

Una etapa fenológica está delimitada por dos fases fenológicas sucesivas. Dentro de ciertas etapas se presentan períodos críticos, que son el intervalo breve durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado evento meteorológico, de manera que las oscilaciones en los valores de éste evento se reflejan en el rendimiento del cultivo; estos periodos críticos se presentan generalmente poco antes o después de las fases, durante dos o tres semanas. El comienzo y fin de las fases y etapas sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas.

Para el cultivo de *Solanum Tuberosum* se han encontrado las siguientes etapas según la escala BBCH:

- SIEMBRA (etapa I)
- EMERGENCIA (etapa II)
- DESARROLLO DE TALLOS AÈREOS (etapa III)
- FORMACIÓN DE ESTOLONES (etapa IV)
- INICIO DE FLORACIÓN (etapa V)
- PLENA FLORACIÓN (etapa VI)
- MADURACIÓN (etapa VII)

La suma de todas las etapas constituye el ciclo de vida de la papa. Cada una de estas etapas está influenciada por los elementos meteorológicos que en su conjunto constituyen el clima de una localidad. (Meier,U. 2001)

**SIEMBRA** Durante esta fase, el tubérculo pasa por el período de reposo o latencia, dominancia apical brotación múltiple senectud. En el periodo de reposo o latencia no ocurre ningún crecimiento observable de brotes.

El tubérculo se encuentra en dominancia apical cuando la yema apical del tubérculo comienza a desarrollarse, seguida por las yemas ubicadas en los demás ojos del tubérculo, que empiezan a crecer y a formar brotes, período llamado brotación múltiple que es el óptimo para la siembra, debido a que los tubérculos en este estado dan lugar a plantas con varios tallos.

**EMERGENCIA** En esta fase, el extremo basal de los brotes del tubérculo forma normalmente la parte subterránea de los tallos y se caracteriza por la presencia de lenticelas. Después de la siembra, esta parte produce rápidamente raíces y luego estolones o tallos laterales. El extremo apical del brote da origen a las hojas y representa la parte del tallo, donde tiene lugar el crecimiento del mismo.

Se presenta entre los 36 y 51 días después de la siembra y está en función de la precipitación, humedad, temperatura, madurez del tubérculo-semilla y propiedades físicas del suelo como retención de agua. Se considera que los rangos promedio mensuales de precipitación, temperatura y humedad relativa para la ocurrencia de la emergencia varían entre 63-90 mm, 13.4-14.2 °C y 25-45 %, respectivamente.

**DESARROLLO DE TALLOS AÉREOS Y HOJAS:** Paralelamente al crecimiento de los brotes en el estado fenológico de desarrollo de partes vegetativas, ocurre la formación de hojas inicialmente desde primordios foliares hasta el desarrollo de hojas completas. El crecimiento foliar continua durante el ciclo biológico hasta que las plantas alcanzan la madurez fisiológica.

**FORMACIÓN DE ESTOLONES:** Los estolones se comienzan a diferenciar a partir del extremo basal de los brotes y las yemas ubicadas en los nudos del tallo que se encuentran por debajo de la superficie en ausencia de luz.

**FORMACIÓN DE TUBÉRCULO:** El inicio del proceso de tuberización es determinado por el ensanchamiento de la punta de los estolones. Luego, los tubérculos comienzan a crecer hasta que alcanzan un punto en el cual son el principal vertedero y todos los asimilados son asignados a estos órganos alcanzados su máximo de masa total. En este punto los tubérculos se desprenden fácilmente del estolón y la piel es firme, no removible llegando al punto de madurez fisiológica.

**FLORACIÓN** El crecimiento de cada tallo principal termina en la formación de una inflorescencia, pero el crecimiento del tallo puede continuar a partir de una yema axilar y la nueva rama puede terminar también en una inflorescencia. Este proceso puede ocurrir varias veces, dependiendo del rigor de la planta y de la variedad. El eje central de la inflorescencia termina en una flor y es la primera en abrir. Las flores proximales tienden a producir los frutos más grandes y con mayor número de semillas.

**MADUREZ Y COSECHA** Debe observarse el cambio de color de la hoja porque hay una relación directa con la maduración del tubérculo. Descubriendo la base de las plantas ver si la piel de la papa está bien adherida y no se desprende; por otro lado, la papa está madura cuando al ser presionada con los dedos pierde su cáscara; y está lista para cosecharse. (Meier,U. 2001)

## **Capítulo 4**

### **4.1 METODOLOGÍA**

#### **4.1.1 Localización**

Esta investigación se desarrollará en el municipio de Pamplona, Norte de Santander en la finca santa Isabel ubicado a 2387 m.s.n.m con temperatura promedio de 18° Los ensayos se montarán en suelos de topografía ondulada, poco profundos, ácidos, y con baja fertilidad.

#### 4.1.2 Material vegetal.

Los clones de papa con los cuales se realizará el experimento, son clones nativos que no pertenecen a la región de Norte de Santander. En la tabla 1 se presentan los el número de registro y los datos de origen de cada uno de los materiales utilizados en la investigación.

**Tabla 2: Registro y origen de colecta de clones nativos de papa criolla.**

NOMBRE EXPERIMENTAL	IDENTIFICACIÓN DEL GENOTIPO (REGISTRO)	ORIGEN DE COSECHA
Clon 5	15062586	Municipio de Güicán, Boyacá.
Clon 9	15062594	Corregimiento el Encano, Municipio de Pasto Nariño.

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).

#### 4.1.3 Diseño experimental.

Se utilizará un diseño de dos bloques con cuatro repeticiones; la unidad experimental se realizó con seis surcos de 6 m de largo con 20 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.

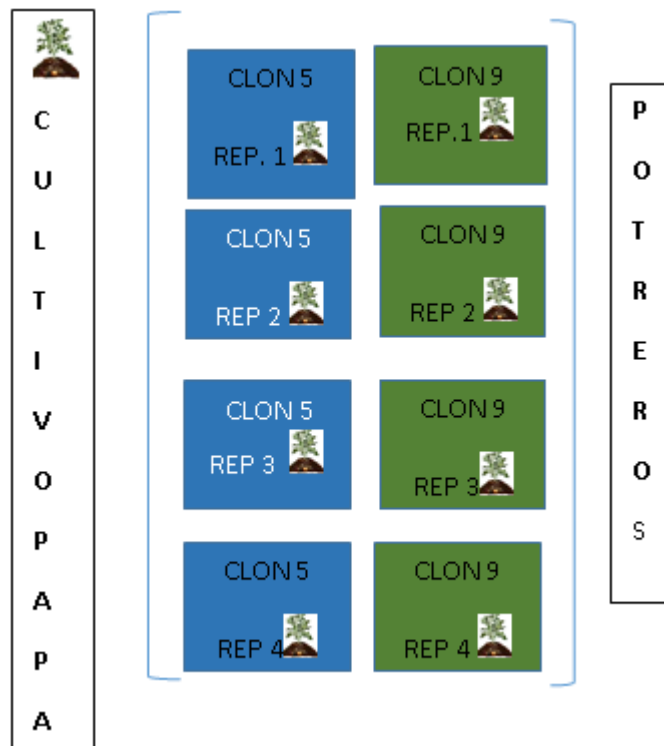
#### 4.1.4 Coordenadas en donde se realizó el diseño experimental en la finca Santa Isabel.

2.387 m.s.n.m

7.362378 Latitud

-72.606428 Longitud

**Figura 2: Plano de distribución clones y repeticiones**



#### 4.1.5 Seguimiento y evaluación en campo

Para efectuar el análisis de crecimiento y desarrollo se tomarán muestreos de plantas con intervalos de siete días durante el ciclo de cultivo, se extraerán 3 muestras (plantas) por cada repetición con el objetivo de determinar las variables tales como área foliar, peso fresco y peso seco de cada uno de los órganos de la planta según su estado fenológico.

#### 4.1.6 Desarrollo fenológico

Esta variable se evaluará por medio de fotografías de cada muestra las cuales se tomarán de forma semanal teniendo en cuenta la comparación con la escala BBCH.

#### 4.1.7 Área foliar

Se seleccionarán tres plantas por cada tratamiento, tomando el tallo principal clasificándolas en tres grupos: hojas expandidas (adultas), del tercio medio y juveniles. Se toma una fotografía a una altura de 50 cm perpendicular al plano de los tres tipos de hojas utilizando un fondo blanco. Las fotografías se adjuntarán al programa ImageJ para calcular el área foliar. El resultado se

multiplicará por el número de hojas que sean representativas al tamaño de la muestra y el área total será la sumatoria de cada tipo de hojas. (Lara,2016)

#### 4.1.8 Masa seca

Las plantas se disectaran, separando los siguientes órganos: hojas, tallos, estolones, tubérculos, flores y frutos, los cuales se colocarán en bolsas de papel en forma separada en la estufa de secado a una temperatura de 70°C hasta que alcanzaban peso constante.

El análisis funcional de crecimiento se realizará a partir de la masa seca de las plantas muestreadas a lo largo del ciclo de cultivo de cada uno de los cultivares en evaluación, y el ajuste de los modelos de crecimiento para la acumulación de materia seca por órgano y total. (Santos,2010).

#### 4.1.9 Relación fuente-demanda

Con base en los datos de masa seca, por órganos, y total, que se tomaran a partir de los muestreos desarrollados durante el ciclo de cultivo a partir de los siete días después de emergencia, se determinó en cada uno de los cultivares de papa criolla en evaluación la distribución porcentual de la materia seca en la planta a lo largo del ciclo de cultivo, llamados coeficientes de partición de materia seca.

El Índice de Cosecha (IC), como la relación porcentual entre el rendimiento económico y el rendimiento biológico de la planta ( $\{\text{Peso seco de tubérculos} / \text{peso seco total de la planta}\} \times 100 \%$ ). (Santos 2010)

#### 4.2 Componentes de rendimiento

Esta variable se evaluará al momento de la cosecha, se destinarán dos surcos de 20 plantas, realizando esto con cada una de las repeticiones de los clones, Se clasificarán los tubérculos de acuerdo a su tamaño en las categorías: primera (diámetro mayor a 4 cm), segunda (diámetro entre 2 y 4 cm), y tercera (diámetro inferior a 2 cm). Los tubérculos se pesarán por repetición y clon determinando de esta forma la producción en kilogramos correspondiente a cada una de estas categorías. La producción total por repetición se calculará con la sumatoria de la producción de las diferentes categorías y, a partir de esta, y de la densidad de plantas por unidad experimental se obtuvo el rendimiento total en términos de toneladas por hectárea (tha-1). (Santos,2017).

#### 4.3 Grados calor día.

Se utilizará el dattaloguer (contador de datos) para hacer la recolección diaria de la temperatura max y mini del aire para después recolección de los datos poder calcular grados calor día con el objetivo de realizar la predicción fenológica del cultivo de papa mediante un fenograma.

Método de la temperatura media o unidades calor

Para conocer el requerimiento térmico del cultivo con relación a su desarrollo fenológico, el principio de este método es considerar cuando la temperatura media diaria excede un determinado umbral conocido como temperatura base ( $T_b$ ) (Wang, 1960; Cross y Zuber, 1972; Snyder, 1985). Mediante el método de la temperatura media los  $^{\circ}D$  se estiman con la Ecuación 1:

$$^{\circ}D = \frac{T_{min} + T_{max}}{2} - T_b \quad \text{Ec. 1}$$

donde  $T_{min}$  y  $T_{max}$  son las temperaturas mínima y máxima diarias del aire, respectivamente, y  $T_b$  es la temperatura base o umbral inferior para el inicio del desarrollo del cultivo.

Grados día ( $^{\circ}D$ )

Para estimar diariamente los  $^{\circ}D$  con este método, se requiere de la temperatura media ambiental ( $T_a$ ) y aplicar la Ecuación 2 (Ojeda-Bustamante *et al.*, 2004):

$$\begin{aligned} ^{\circ}D &= T_a - T_{c-min}, & T_a < T_{c-max} \\ ^{\circ}D &= T_{c-max} - T_{c-min}, & T_a \geq T_{c-max} \\ ^{\circ}D &= 0, & T_a \leq T_{c-min} \end{aligned} \quad \text{Ec. 2}$$

en donde  $T_{c-min}$  y  $T_{c-max}$  son las temperaturas mínima y máxima diarias del aire, respectivamente, y dentro de las cuales se desarrolla la planta en un intervalo de 2 a 29 °C (Flores-Gallardo *et al.*, 2012).

Potato days (*P-days* o días fenológicos de papa)



De acuerdo con Sands *et al.* (1979), el cultivo de papa tiene requerimientos térmicos específicos que han sido estudiados con precisión y han conducido al desarrollo de los *P-days*. Este método (Ecuación 3) considera una temperatura mínima de 7 °C para el desarrollo, una óptima ( $T_{opt}$ ) de 21 °C, y que el desarrollo se detiene a temperaturas mayores o extremas ( $T_{ext}$ ) de 30 °C. Con la información indicada, el método estima los *P-days* de la siguiente manera:

$$P\text{-days} = \frac{1}{24} 5P(T_{min}) + 8P\left(\frac{2T_{min} + T_{max}}{3}\right) + 8P\left(\frac{T_{min} + 2T_{max}}{3}\right) + 3P(T_{max}) \quad \text{Ec. 3}$$

En donde  $T_{max}$  y  $T_{min}$  son las temperaturas máxima y mínima diarias, respectivamente. La función  $P(T)$  se calcula con las Ecuaciones 4, 5 y 6, todas con base en el valor de  $T$ :

$$P = 0, \text{ si } T < 7 \text{ o } T \geq 30 \quad \text{Ec. 4}$$

$$P = k \left[ 1 - \frac{(T-21)^2}{(21-7)^2} \right], \text{ si } 7 \leq T < 21 \quad \text{Ec. 5}$$

$$P = k \left[ 1 - \frac{(T-21)^2}{(30-21)^2} \right], \text{ si } 21 \leq T < 30 \quad \text{Ec. 6}$$

El método asume las siguientes temperaturas para el cultivo de papa:

$T_b = 7$  °C,  $T_{opt} = 21$  °C,  $T_{ext} = 30$  °C, y  $k$  es un factor de escala con un valor de 10. (Flores., Flores.H., & Ojeda,w.,2014).

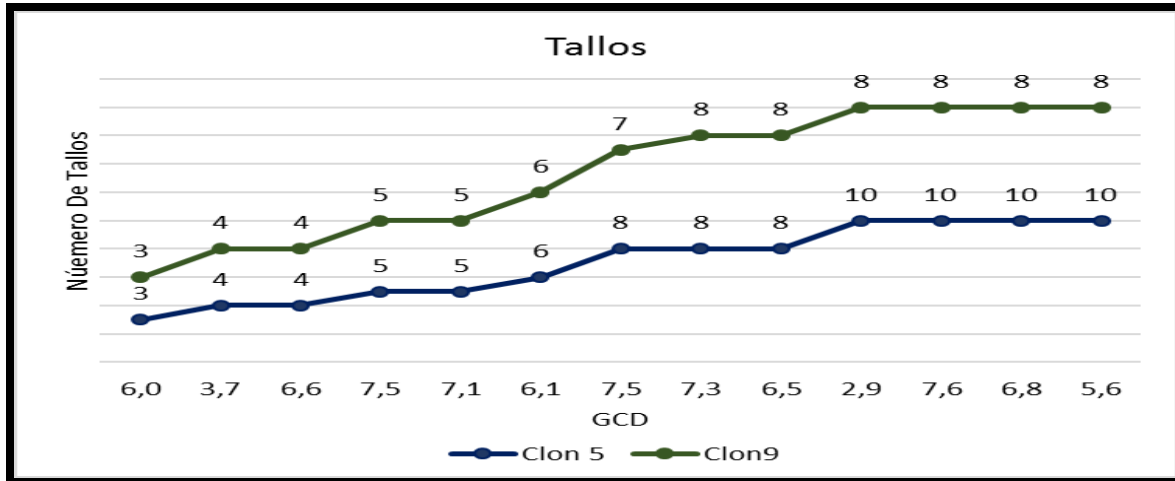
#### **4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis estadístico se realizó por medio de ESTATISTIX es un programa mediante el cual podremos determinar por medio de los programas: **CORRELATIONS (PEARSON), LINEAR REGRESSION** y **NORMAL PROBABILITY**. Lo cuales se utilizaron para crear el modelo de crecimiento y desarrollo con la constante térmica (grados calor día). Para evaluar el rendimiento de los clones 9 y 5 Se realizó una matriz para hacer una correlación entre el rendimiento, número de hojas, número de plantas, número de tubérculos y número de tallos.

## 5. RESULTADOS Y ANALISIS

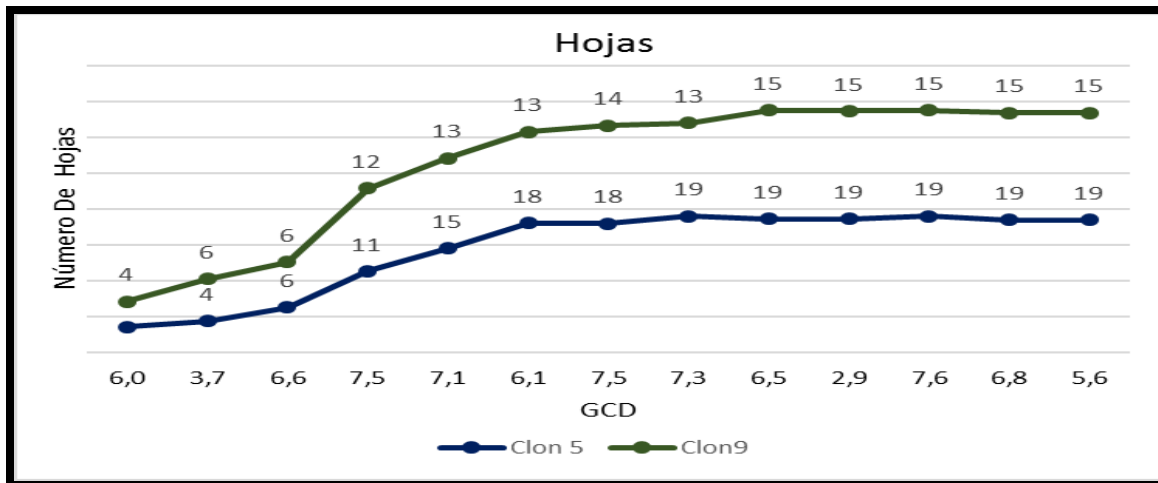
### 5.1 MODELOS DE CRECIMIENTO Y EL DESARROLLO DE LOS CLONES 5 Y CLON 9

Figura 3 : Número De Tallos



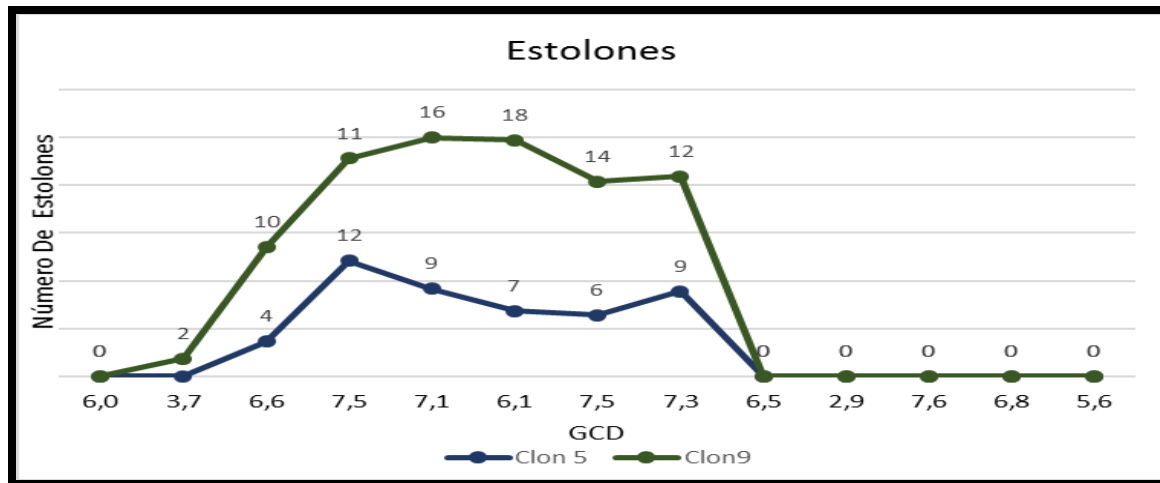
Se comparo el número de tallos con los GCD (Grados calor ) obtenidos durante las 14 muestras se encontro que al final del ciclo se obtuvieron colon 5 10 tallos y el clon 9 8 tallos.

Figura 4: Número De Hojas



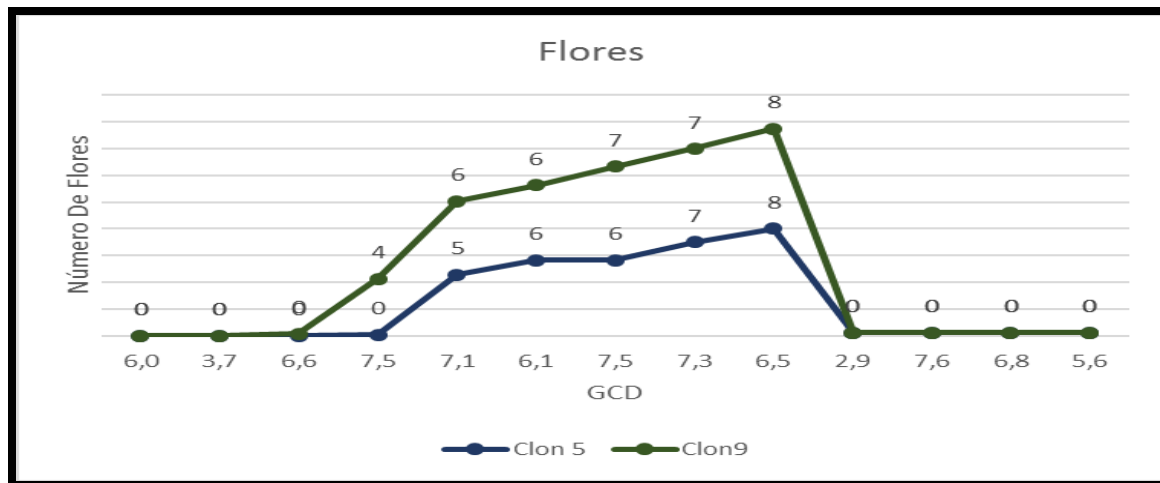
Se comparo el número de hojas con los GCDA (Grados calor dia) obtenidos durante las 14 muestras se encontro que al final del ciclo colon 5 obtuvieron 19 hojas y el clon 9 15 hojas.

**Figura 5: Número De Estolones**



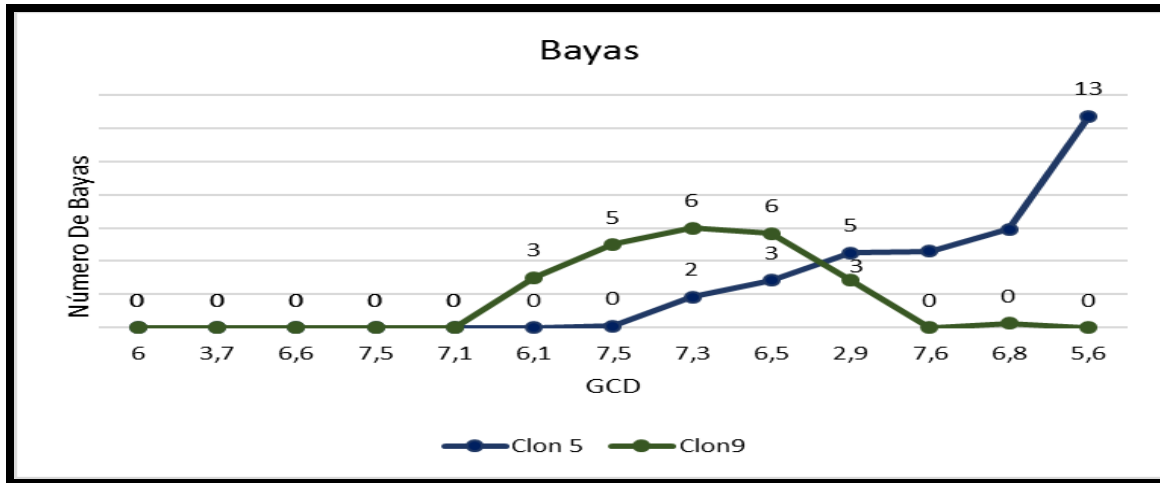
Se comparo el número de estolones con los GCD (Grados calor día) obtenidos durante las 14 muestras se encontro que al final del ciclo se obtubieron el colon 5 9 estolones y el clon 9 12 estolones.

**Figura 6: Numero de Flores**



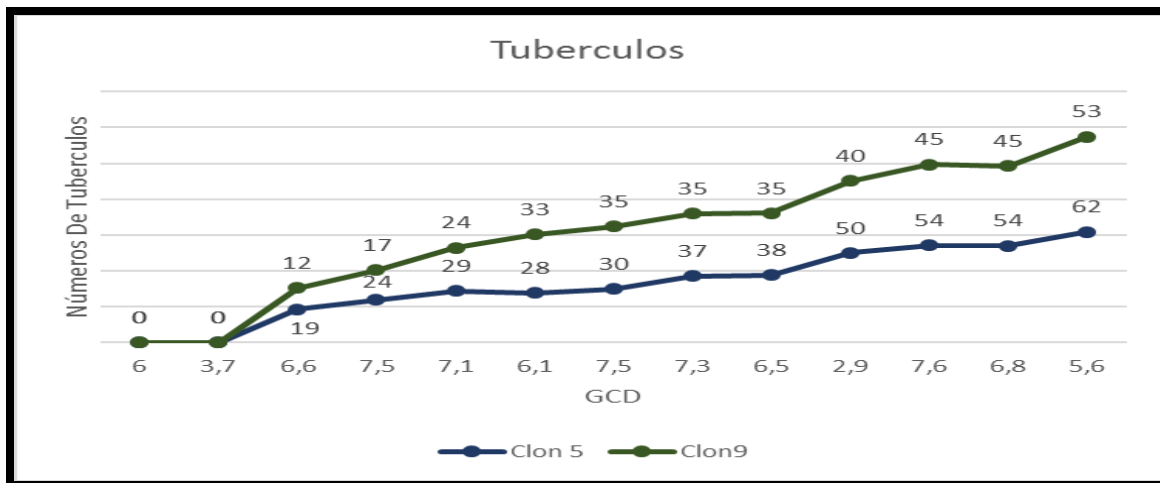
Se comparo el número de flores con los GCD (Grados calor día) obtenidos durante las 14 muestras se encontro que al final del ciclo se obtubieron el colon 5 8 flores y el clon 9 8 flores.

**Figura 7: Número De Bayas**



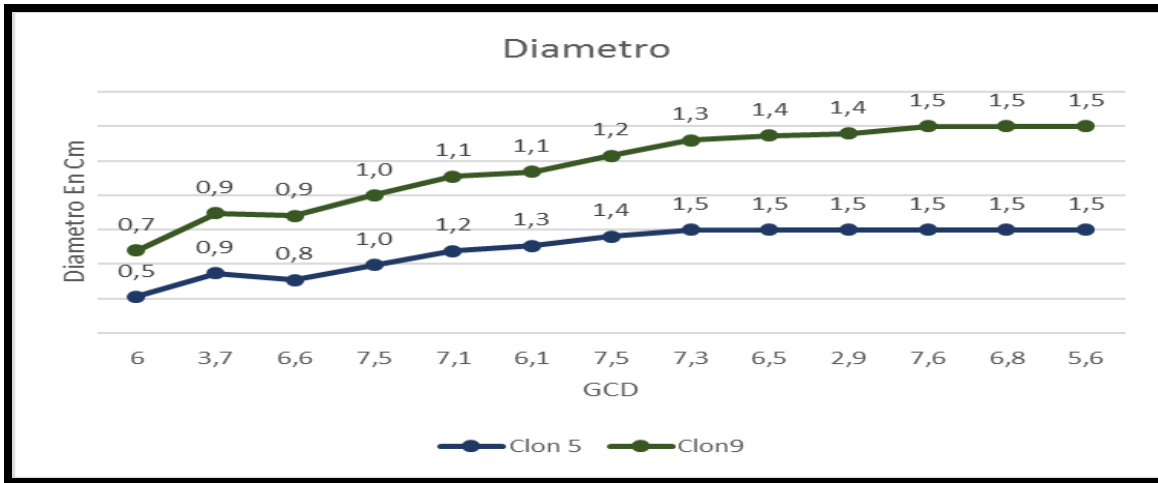
Se comparo el número de bayas con los GCD (Grados calor dia) obtenidos durante las 14 muestras se encontro que al final del ciclo se obtubieron el colon 5 13 bayas y el clon 9 5 bayas.

**Figura 8: Número De Tubérculos**



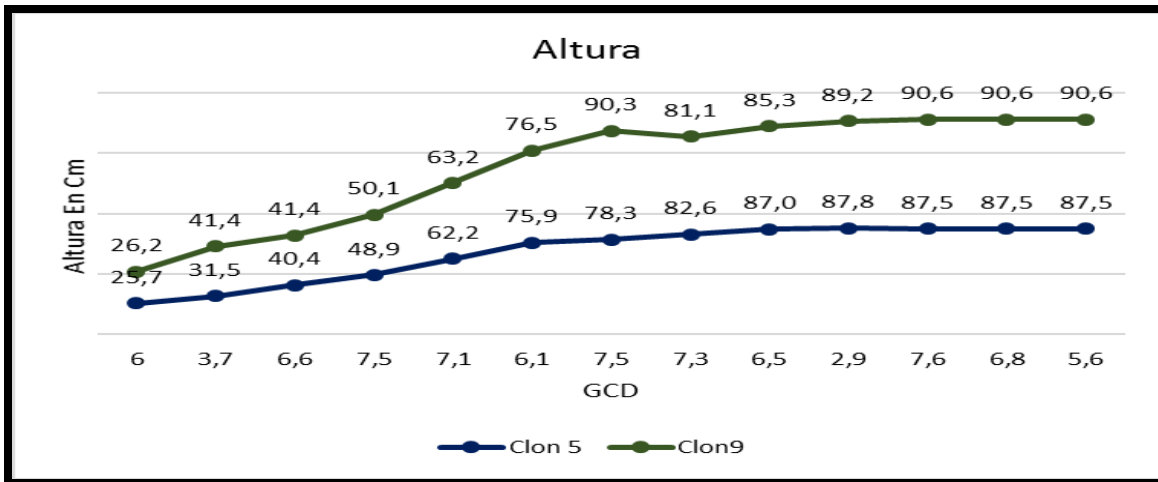
Se comparo el número de tubérculos con los GCD (Grados calor dia) obtenidos durante las 14 muestras se encontro que al final del ciclo se obtubieron el colon 5 62 tubérculos y el clon 9 53 tubérculos.

**Figura 9: Diámetro De La Planta**



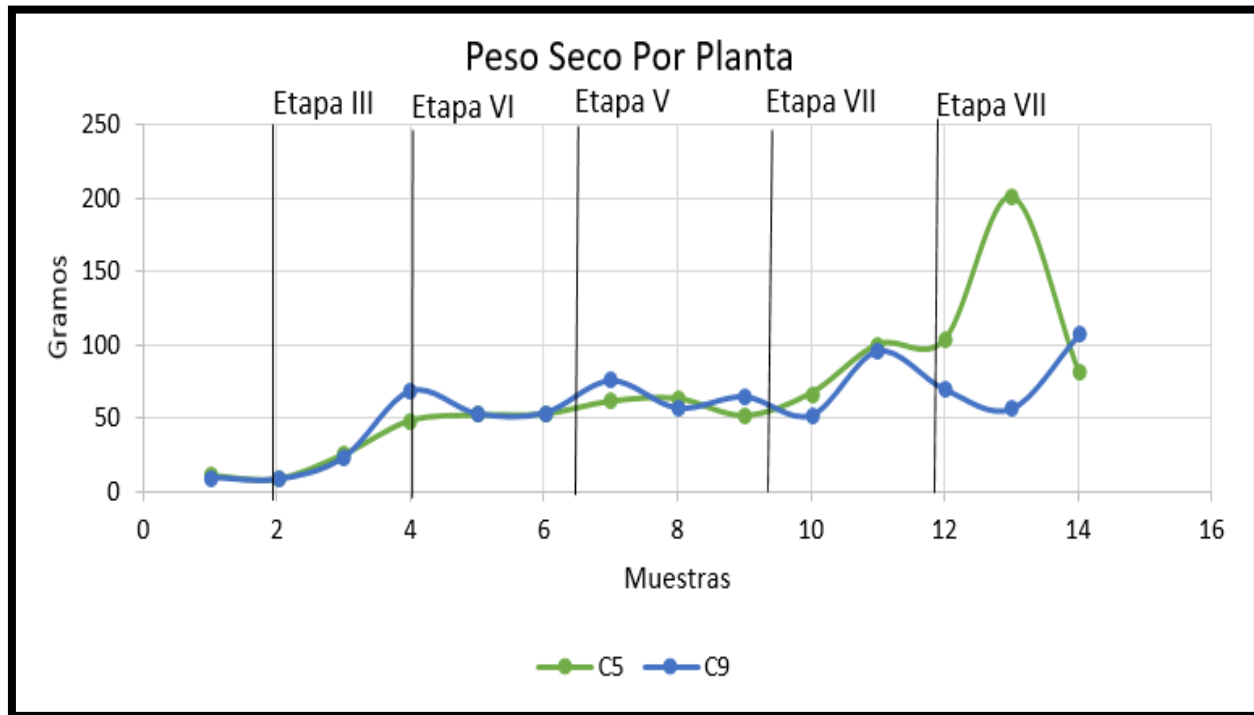
Se comparo el diametro de la planta con los GCD (Grados calor dia) obtenidos durante las 14 muestras se encontro que al final del ciclo se obtubieron el colon5 1,5 Cm y el clon 9 1,5 Cm.

**Figura 10: Altura De La planta**



Se comparo la altura de la planta con los GCD (Grados calor dia) obtenidos durante las 14 muestras se encontro que al final del ciclo se obtubieron el colon5 87,5 Cm y el clon 9 90,6 Cm.

**Figura 11: Etapas De Desarrollo del clon 5 y clon 9**



Se muestra las etapas de desarrollo comparadas con los pesos de los dos clones estudiados a través del tiempo se observa que el ciclo biológico del clon 9 es más rápido en comparación del clon 5.

Se observó que a medida que aumentan las semanas empiezan a ser notorias las diferencias; las primeras 4 muestras tomadas en el primer mes arrojaron como resultados diferencias notorias en flores, tubérculos y en la altura. Pues encontramos 4 flores en el clon 9 cuando en el clon 5 no se vio presencia de ninguna flor. En cuanto los tubérculos encontramos que en el clon 5 había 24 tubérculos y en el clon 9 solo 17 y en la altura el clon 9 superaba al clon 5 en 1,2 cm.

Pasado 73 días las diferencias fueron en las hojas, las bayas y los estolones, en las hojas fueron 19 para el clon 5 y 14 para el clon 9, en las bayas el clon 5 solo se encontró con 2 bayas mientras el clon 9 se encontraron 6 y los estolones 9 para el clon 5 y 12 para el clon 9.

A los 101 días los tubérculos tuvieron una diferencia notoria pues mientras en el clon 5 se encontraron 58 en el clon 9 se encontraron solo 45 tubérculos.

Ya en la última muestra se encontraron diferencias en tallos 19 para el clon 5 y 15 para el clon 9 tubérculos 62 en el clon 5 y 53 en el clon 9 y la altura sobresale el clon 9 puesto que la diferencia es de 3,1 cm. Se cosecho a los 120 DDS / 784.8 GCDA (Grados Calor Día Acumulados).

Comparando el trabajo con Valbuena,R.,Roveda,G.,& Bolaños,A. (2009) se observa que es menor el tiempo de desarrollo de estos dos clones con la variedad criolla o Yema de huevo por que las etapas se realizan en menor tiempo.

## **5.2 MODELO DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO CON LA CONSTANTE TÉRMICA.**

### **5.2.1 Correlación**

**Tabla 3: Matriz de correlaciones.**

<b>Correlations (Pearson)</b>		
	<b>DIAS</b>	<b>GCDA</b>
<b>GCDA</b>	0,9999	
<b>GCD</b>	-0,2143	-0,2129
Cases Included 117 Missing Cases 0		

La correlación entre las variables “grados calor día” y “el tiempo” (Días) es directamente proporcional, significa esto que a medida que pasan los días los grados calor día aumentan. este coeficiente fue igual 99.99% que en otras palabras quiere decir que el tiempo es un factor muy influyente en la variación de los grados calor día.



## 5.2.2 Resultados modelo de regresión lineal simple

**Tabla 4: Modelo de regresión lineal.**

<b>Least Squares Linear Regression of GCDA</b>					
<b>Predictor</b>					
<b>Variables</b>	<b>Coefficient</b>	<b>Std Error</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	
Constant	9.33009	0.63868	14,61	0,0000	
DIAS	6.51056	0.00939	693,00	0,0000	
R-Squared	0,9998	Resid. Mean Square (MSE)	11.7793		
Adjusted R-Squared	0,9998	Standard Deviation	3.43209		
AICc	292.76				
PRESS	1408.7				
<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Regression	1	5656932	5656932	480244,84	0,0000
Residual	115	1355	12		
Total	116	5658287			
Cases Included 117 Missing Cases 0					

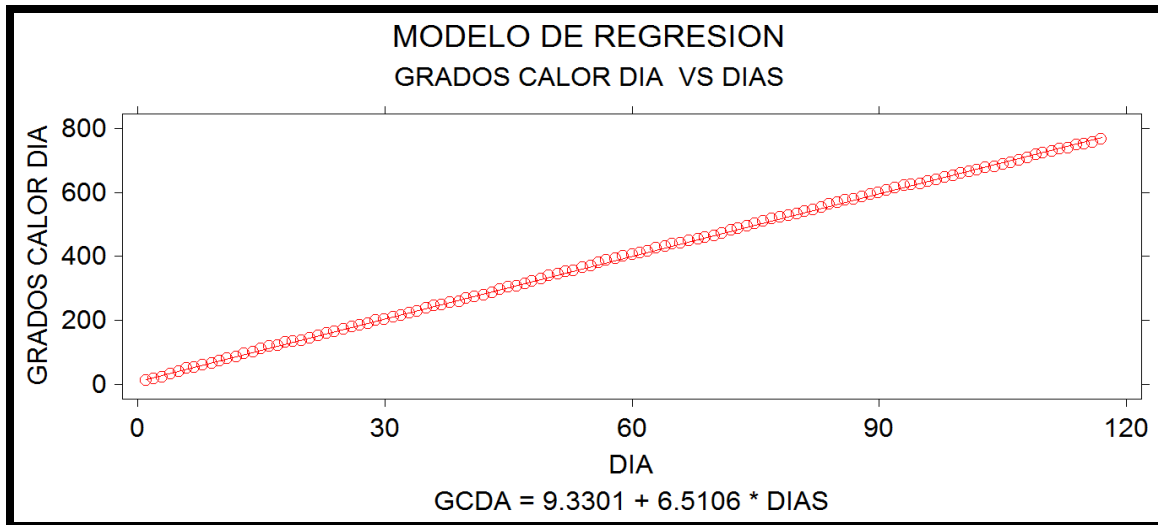
En la tabla 7 se presentan los resultados del análisis de regresión lineal, cuyas variables son los grados calor día acumulados con el tiempo en días. El número de días fueron 117 y para cada uno de ellos se hizo la medición correspondiente. Para este modelo la variable dependiente son los grados calor día y la variable independiente el tiempo. Estas variables se correlacionan positivamente en forma proporcional como se describe en la figura 3. El coeficiente de determinación  $R^2$  ajustado es igual a 0.9998, lo que significa que en el 99.98% el tiempo estaría haciendo variar la variable “Grados calor día”, considerándose la variable tiempo como muy significativa para la variable respuesta en mención ( $p$ -valor  $<0.05$ ).

El modelo estimado para representar este fenómeno es el siguiente:

$$\text{GCD} = 9.3301 + 6.5106 * \text{DIAS}$$

### 5.2.3 Modelo de mejor ajuste

Figura 12. Modelo de regresión de mejor ajuste.

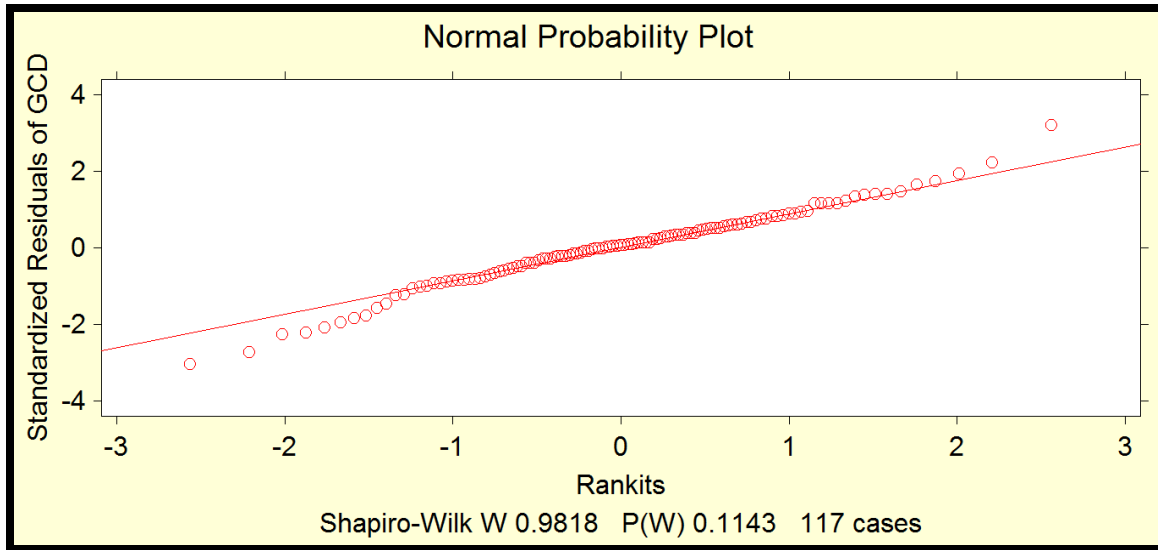


En esta grafica nos muestra que en el momento de la maduración del tubérculo el cultivo alcanza una acumulación de 786,1 GCD en 117 DDS.

La temperatura promedio alcanzada fue: temperatura mínima 12.5 y máxima 16.2

### 5.2.4 Prueba de Normalidad

**Figura 13. Verificación de normalidad probable.**



Se realiza una estandarización de los datos y se verifica el supuesto de normalidad en el modelo planteado. Como se muestra en la gráfica la probabilidad llega a 0.1143 y la teoría estadística dice que para que el supuesto se cumpla el p-valor debe ser menor que el nivel de significancia, es decir 5%.

Se realizaron dos regresiones basándose en la constante térmica para genera dos ecuaciones para que nos ayudara a saber el Peso Seco de los Clon 5 y 9 a partir de los GCDA.

**Figura 14. Regresión lineal Clon 9**

**Least Squares Linear Regression of Clon 9**

**Predictor**

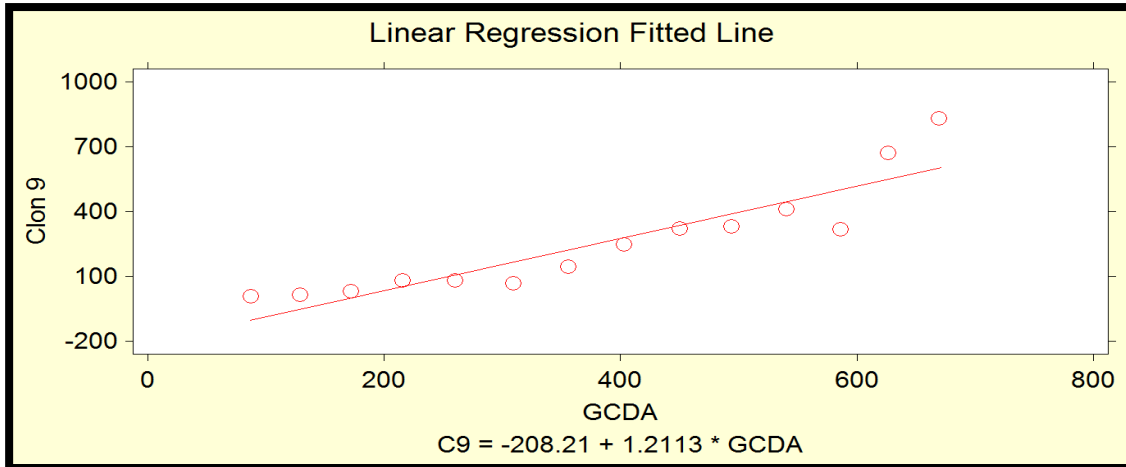
Variables	Coefficient	Std Error	T	P
Constant	-208.210	67.7547	-3,07	0,0097
GCDA	1.21128	0.16094	7,53	0,0000

R-Squared	0,8252	Resid. Mean Square (MSE)	12219.3
Adjusted R-Squared	0,8106	Standard Deviation	110.541
AICc	137.99		
PRESS	228919		

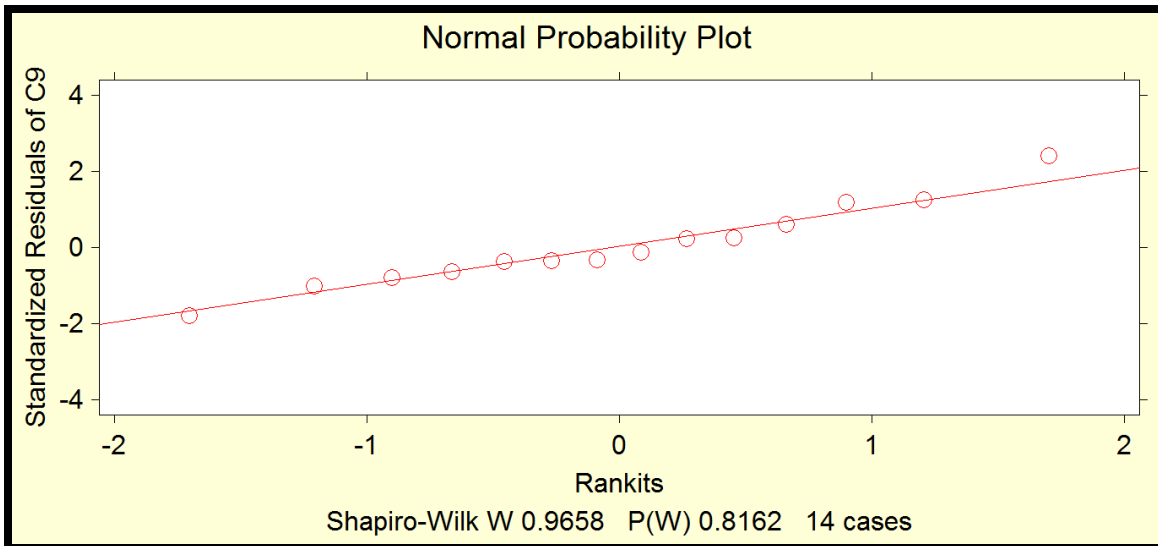
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	692135	692135	56,64	0,0000
Residual	12	146631	12219		
Total	13	838766			

Cases Included 14      Missing Cases 0

**Figura 15. Modelo de regresión de mejor ajuste.**



**Figura 16. Prueba De Normalidad**



**Figura 17. Regresión lineal Clon 5**

**Least Squares Linear Regression of C5**

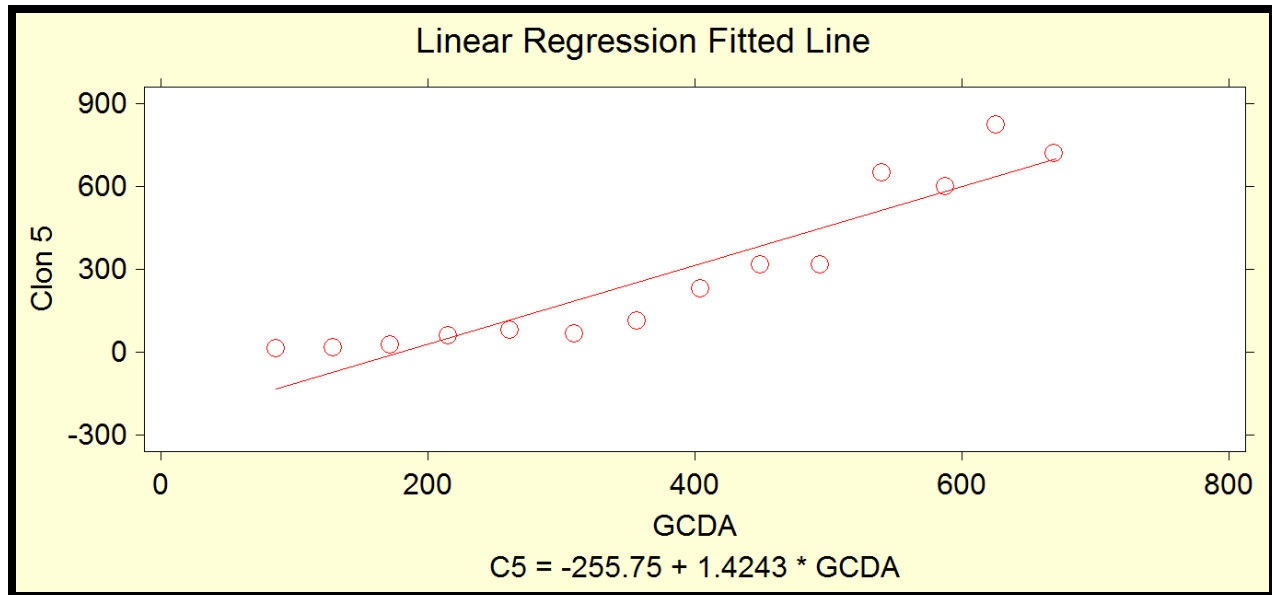
Predictor Variables	Coefficient	Std Error	T	P
Constant	-255.753	68.9231	-3,71	0,0030
GCDA	1.42425	0.16372	8,70	0,0000
R-Squared	0,8631	Resid. Mean Square (MSE)		12644.4
Adjusted R-Squared	0,8517	Standard Deviation		112.447
AICc	138.47			
PRESS	210901			

Source	DF	SS	MS	F	P
--------	----	----	----	---	---

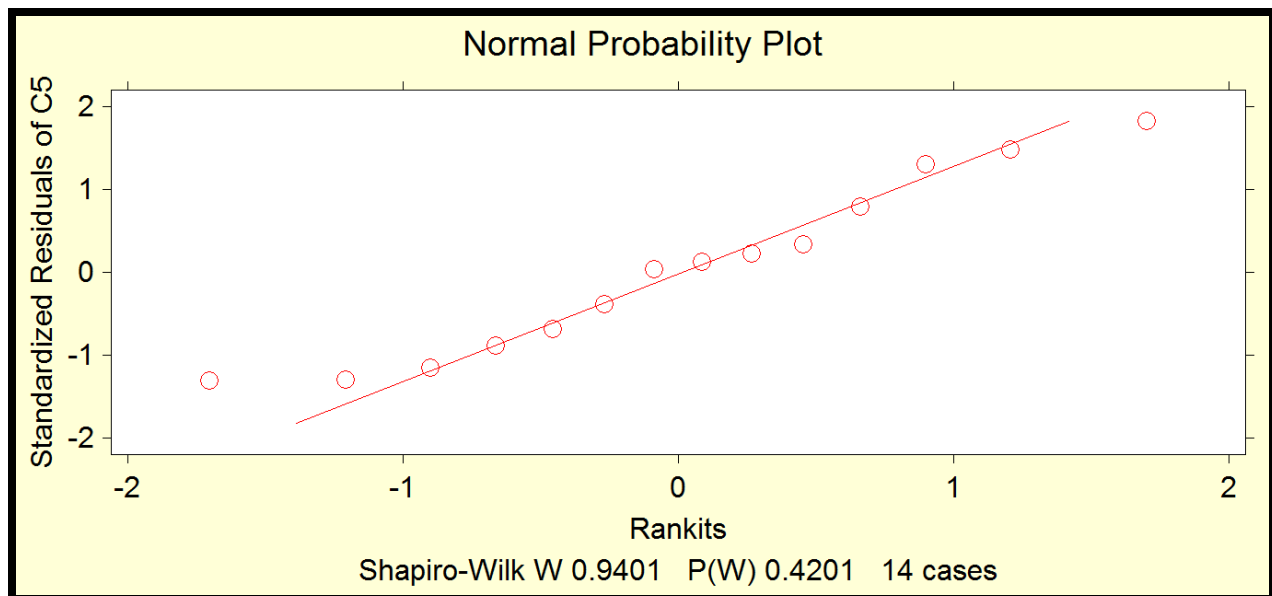
Regression	1	956916	956916	75,68	0,0000
Residual	12	151732	12644		
Total	13	1108648			

Cases Included 14      Missing Cases 0

**Figura 18 .Modelo de mejor ajuste.**



**Figura 19.Prueba De Normalidad**



El resultado nos arroja dos ecuaciones que permiten predecir el peso seco a partir de la constante térmica para el Clon 5 :  $C5 = -255,7 + 1,4243 * GCDA$  y para el Clon 9:  $C9 = -208,21 + 1,2113 * GCDA$ . Es un modelo de crecimiento lineal.

### 5.3 ÍNDICE DE COSECHA

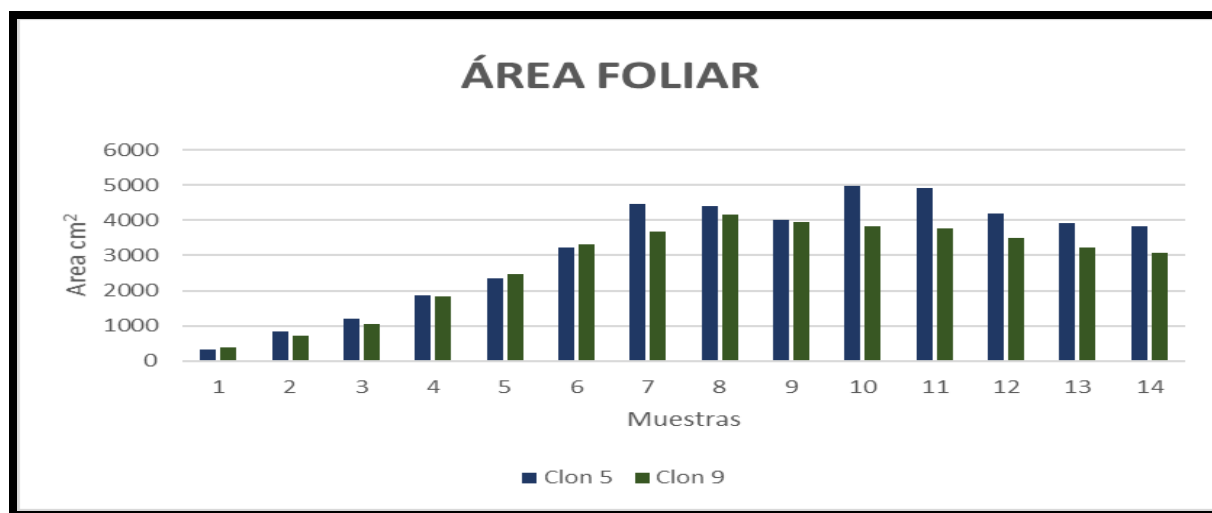
**Tabla 5: Índice de cosecha por muestras y por clones**

IC			
Clon	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
5 R 1	87,3 %	71,8 %	86,9 %
5 R 2	93,9 %	96,0 %	93,0 %
5 R 3	83,9 %	93,9 %	91,7 %
5 R 4	88,2 %	87,6 %	88,3 %
9 R 1	89,3 %	94,9 %	92,0 %
9 R 2	90,0 %	93,1 %	89,6 %
9 R 3	91,6 %	94,8 %	90,5 %
9 R 4	93,3 %	87,6 %	89,2 %

Se calculó el índice de cosecha a los clones 5 y 9 a los 115 DDS que es la última muestra antes de la cosecha para saber el estado de los tubérculos entre más se acerquen al 100 % se considera el momento óptimo de cosecha según, Santos (2010).

### 5.4 ÁREA FOLIAR

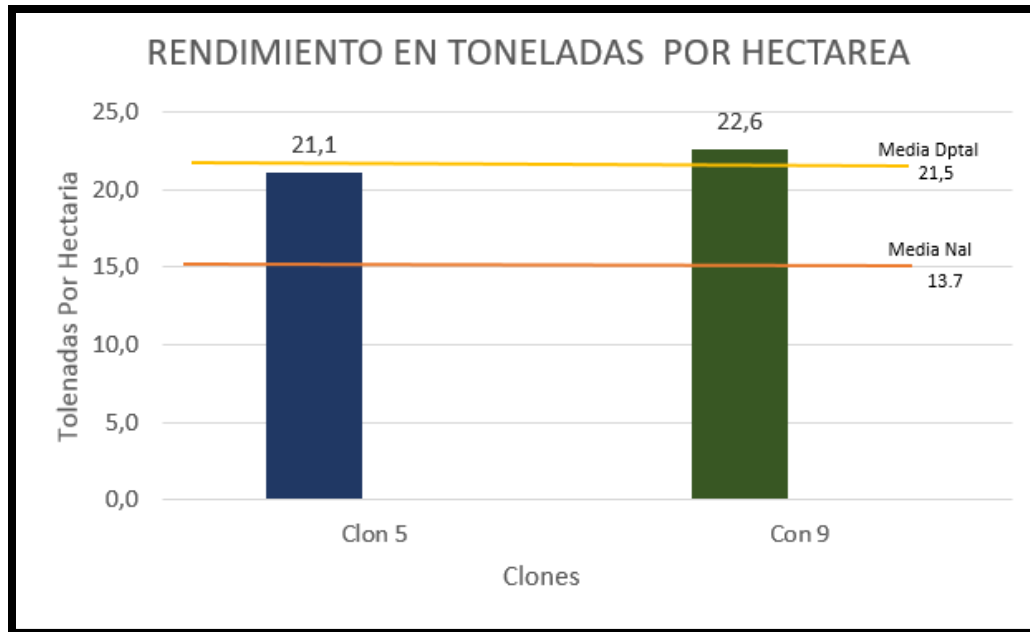
**Figura 20. Área Foliar de cada clon**



Medición del promedio de área foliar de los clones 5 y 9, después de tomar las 14 muestras requeridas durante el ciclo fenológico comparamos los datos y como se muestra en la figura 5 observamos que el clon 5 obtuvo siempre mayor área foliar durante todo el ciclo fenológico.

## 5.5 RENDIMIENTO

Figura 21. Rendimiento en toneladas por hectárea



Comparacion de los rendimientos obtenidos por clones y se realizo la comparacion con la media nacional y la media departamental, determinando que los dos clones estan por encima de la media nacional y el clon 9 por encima de la media departamental.

Comparando con el trabajo de Gracia (2016) que se realizo en la misma finca, con condiciones climáticas similares se observan mayores rendimientos para los dos clones. En el trabajo de Gracia (2016) en dos ciclos del cultivo el clon 5 alcanzó 37,0 ton/ha, el clon 9 37,8 ton/ha y en el segundo ciclo el clon 5 produjo 23,8 ton/ha, el clon 9 26,6 ton/ha.

## 5.6 Correlación de los rendimientos de los materiales de papa criolla.

### 5.6.1 Correlations (Pearson)

**Tabla 6: Matriz de correlación de las variables fisiológicas**

	Rendim	# tubérculos	#tallos
# tuberc	0,8290		
# tallos	0,3226	0,9010	
# hojas	0,3229	0,8857	0,7392
Cases Included 270		Missing Cases 0	

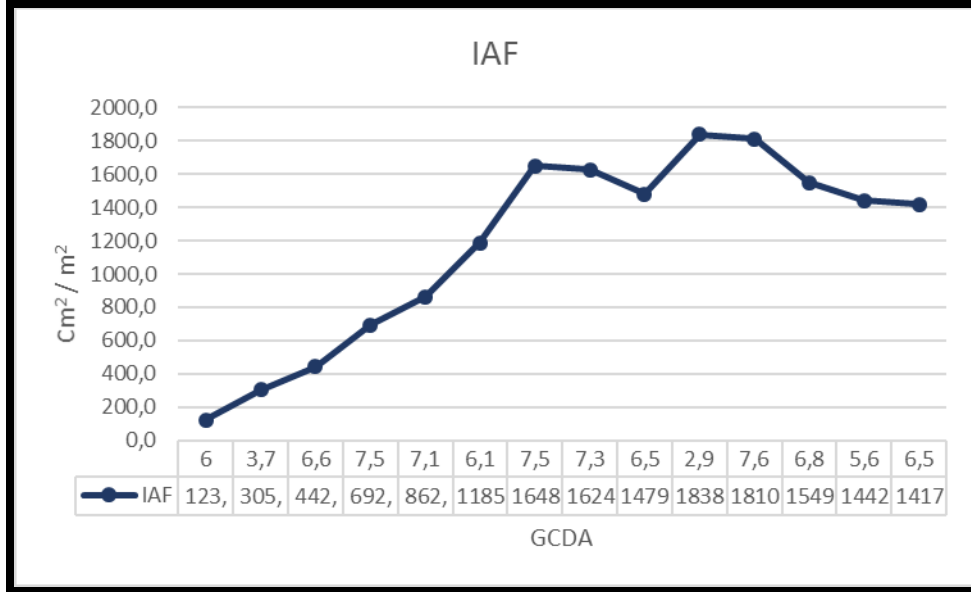
La correlación entre las variables número de tubérculos y rendimiento es directamente proporcional, su coeficiente fue de 82,90% se correlacionan altamente el número de tubérculos con el rendimiento (gramos /planta), significa que a mayor número de tubérculos aumenta el rendimiento (peso) y a menor número de tubérculos disminuye el rendimiento (peso).

Se puede confirmar una teoría planteada que los tallos y los tubérculos se relacionan altamente porque su coeficiente fue de 90,01% su correlacionan muy altamente, es decir que se puede afirmar que el número de tallo infiere en el número de tubérculos.



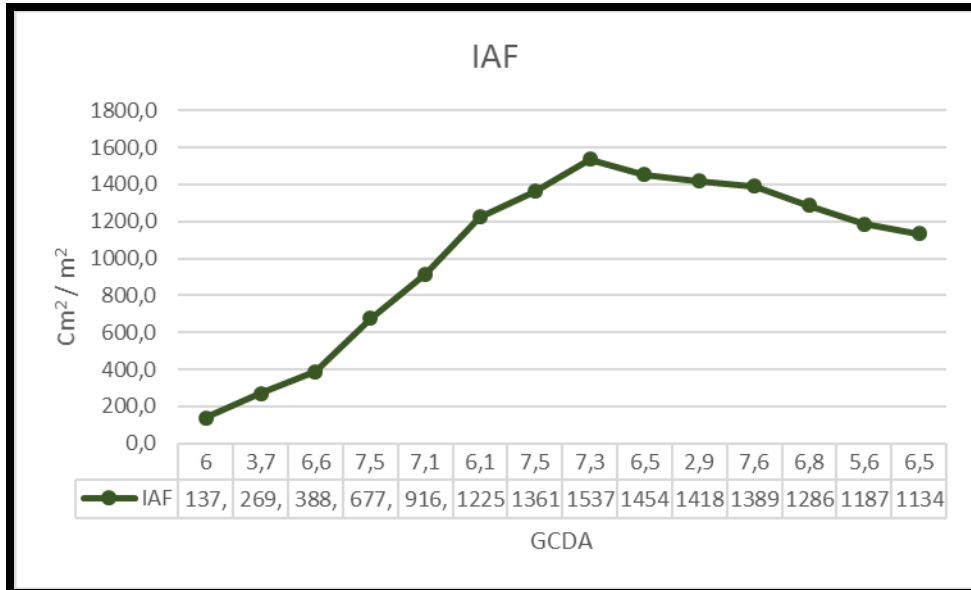
**5.7 Determinación de las variables TAN, TCC, IAF y comparación con la constante térmica GCD (grados calor día) en los clones 5 y 9.**

**Figura 22 Índice de área foliar clon 5**



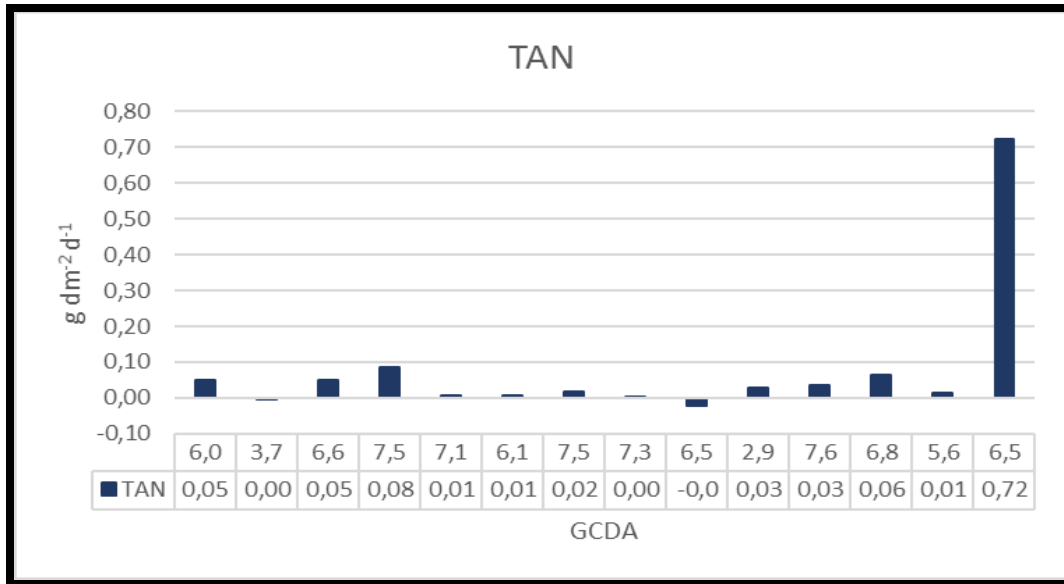
Comparación entre los grados calor día (GCD) y el índice de área foliar (IAF) del clon 5 con el fin de estimar la capacidad fotosintética del clon 5 con la acumulación de biomasa y su rendimiento fue de 1417 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> y 6,5 Grados calor día.

**Figura 23 Índice del área foliar clon 9**



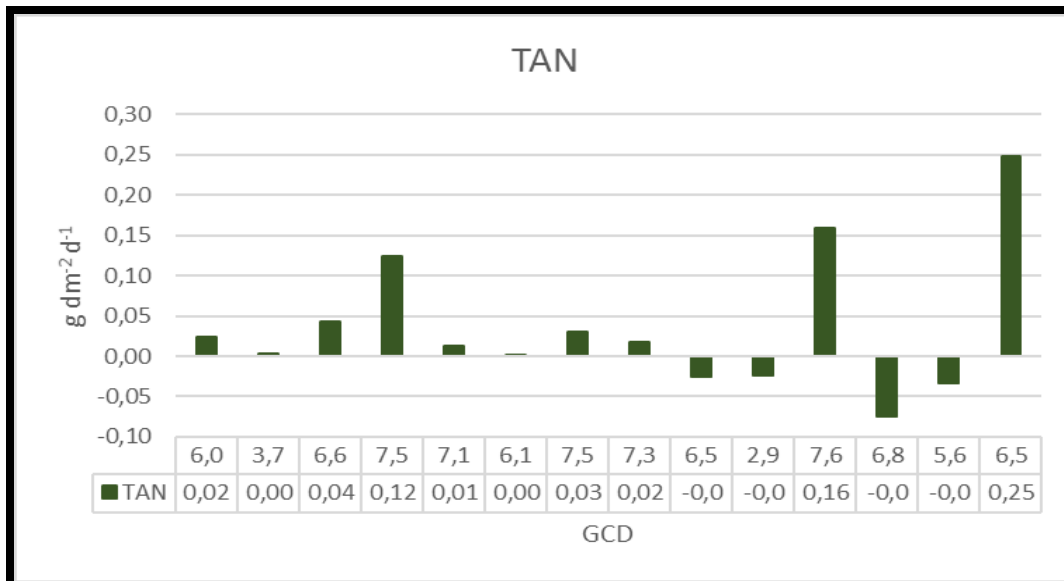
Comparación entre los grados calor día (GCD) y el índice de área foliar (IAF) del clon 9 con el fin estimar la capacidad fotosintética del clon 9 con la acumulación de biomasa y su rendimiento fue en la última muestra fue de 1134 cm<sup>2</sup>/ m<sup>2</sup> y 6,5 grados calor día.

**Figura 24: Tasa de asimilación neta clon 5**



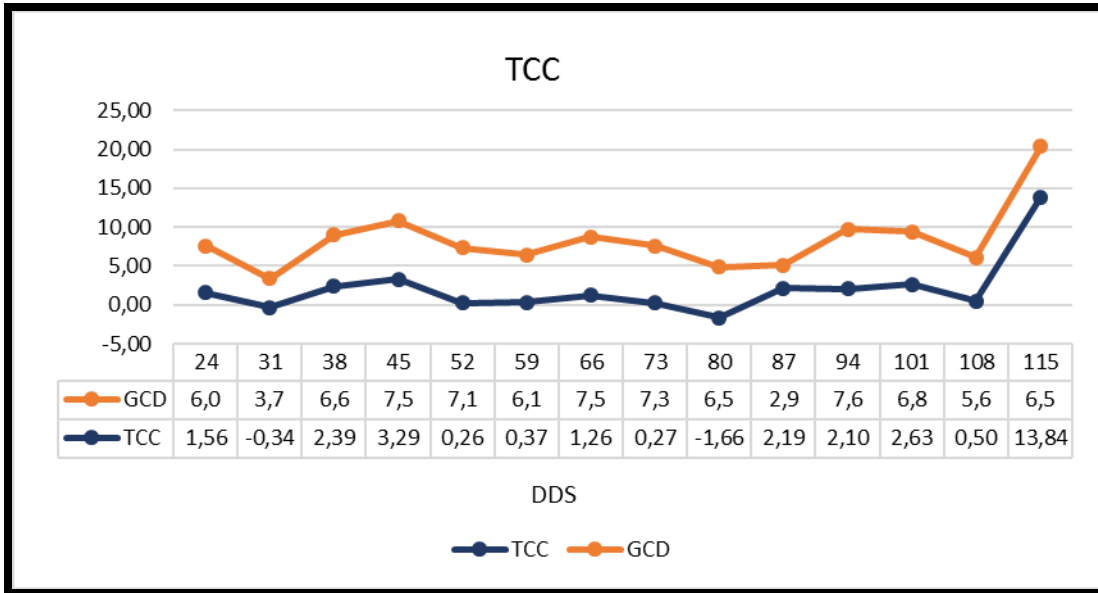
Comparación entre los grados calor día (GCD) y Tasa de asimilación neta del clon 5 Con el fin de saber la eficiencia del follaje fue en la última muestra de 0,72 g dm<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> y 6,5 grados calos día.

**Figura 25: Tasa de asimilación neta clon 9**



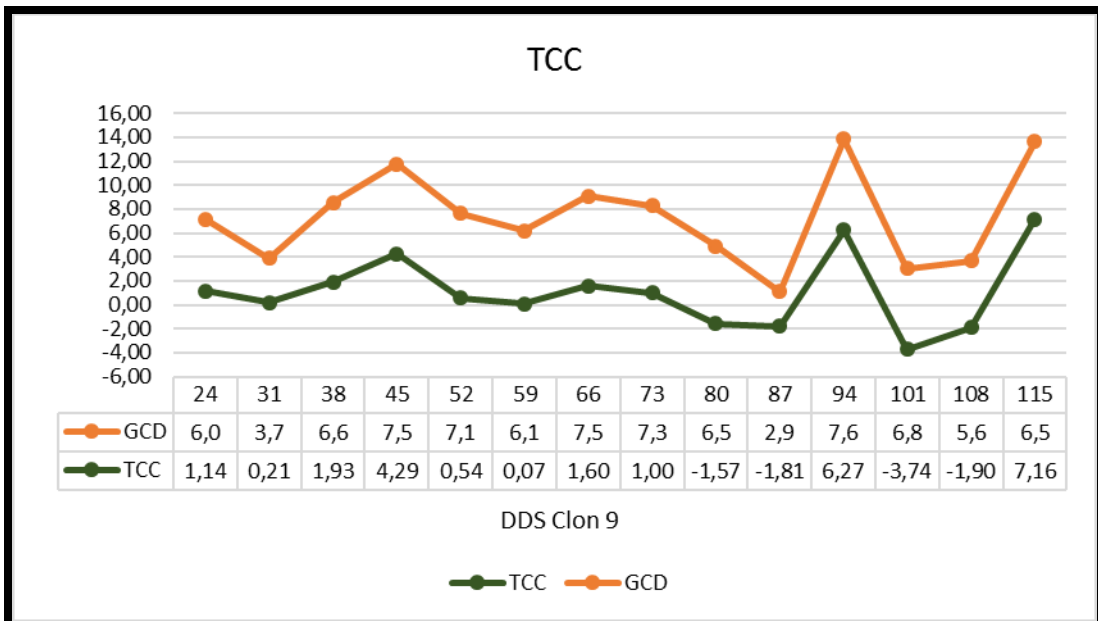
Comparación entre los grados calor día (GCD) y Tasa de asimilación neta del clon 9 Con el fin de saber la eficiencia del follaje fue en la última muestra de 0,25 g dm<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> y 6,5 grados calos día.

**Figura 26 : Tasa de crecimiento del cultivo clon5**



Comparación entre los grados calor día (GCD) y la tasa de crecimiento del cultivo clon 5 para calcular la ganancia del clon 5 en un área de 325 m<sup>2</sup> fue en la última muestra de 13,84 Peso \*Area<sup>-1</sup>\*Tiempo<sup>-1</sup> y 6,5 grados calor día.

**Figura 27: Tasa de crecimiento del cultivo clon 9**



Comparación entre los gados calor día (GCD) y la tasa de crecimiento del cultivo del clon 9 para calcular la ganancia del clon 9 en un área de 325 m<sup>2</sup> fue en la última muestra de 7,16 Peso \*Area<sup>-1</sup>\*Tiempo<sup>-1</sup> y 6,5 grados calor día.

## CONCLUSIONES

- Las variables que mejor se adecuan para medir el modelo de crecimiento son número de tallos, número de hojas y número de tubérculos.
- En el momento de la cosecha el clon 5 obtuvo presenta mayor número de tubérculos, mientras que el clon 9 obtuvo mayor peso.
- Se obtuvo la ecuación  $GCD = 9.3301 + 6.5106 * DIAS$  para saber cuántos grados calor día acumulados según el DDS de los clones 5 y 9
- Se calcularon dos ecuaciones para el clon 5  $C5 = -255,7 + 1,4243 * GCDA$  y para el Clon 9  $C9 = -208,21 + 1,2113 * GCDA$  con la finalidad de predecir el peso seco de los dos clones en función de los grados calor día acumulados.
- Los rendimientos obtenidos en los clones 5 y 9 están por encima del promedio nacional y el clon 9 está por encima del promedio departamental.
- El clon 9 presenta un ciclo vegetativo más corto que el clon 5 bajo las condiciones agroecológicas de la finca Santa Isabel.
- La TCC fue mayor en la última muestra para el clon 5 con  $13,84 \text{ Peso} * \text{Area}^{-1} * \text{Tiempo}^{-1}$  frente al clon 9 con  $7,16 \text{ Peso} * \text{Area}^{-1} * \text{Tiempo}^{-1}$ .
- El IAF fue mayor en la última muestra para el clon 5 con  $1417 \text{ cm}^2 / \text{m}^2$ .
- En la muestra diez de los grados calor día fue la menor con  $2,9^\circ$  para los clones 5 y 9.

## **RECOMENDACIONES**

- Seguir con este tipo de investigaciones ya que ayudan a formar mejores profesionales, puesto que la relación investigación-agricultor-estudiante-campo para fortalecer los conocimientos aprendidos en el aula de clase.
- Tener mayor capacitación en el manejo estadístico de los datos para que obtengamos los resultados esperados en este tipo de investigación.
- Continuar con los trabajos a nivel de campo para consolidar los datos sobre el comportamiento de la papa criolla la región.
- Seguir con este tipo de investigaciones para generar nuevas variedades papa criolla que se adapten a las condiciones agro-ambientales en esta región.






## 7.REFERENCIAS

- AGRONET, Análisis - Estadísticas. Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural, República de Colombia. <http://www.agronet.gov.co>. Acceso: 14 de Septiembre (2016).
- Arellano, A. (2016) Evaluación del efecto de la fertilización en el rendimiento de cuatro clones promisorios de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buck L.) en el Municipio de Pamplona – Norte de Santander. de Unipamplona.
- Colombia, U. N. (s.f.). Grupo de Investigación en Papa. Obtenido de Grupo de Investigación en Papa: <http://www.papaunc.com/catalogoExtendido.shtml?x=40>
- Cinthya,K. (2014). Fases Fenológicas del Cultivo (*Solanum Tuberosum*). enero3,2017, de [blogspot.com.co](http://blogspot.com.co) Sitio web: <http://cinthya089411.blogspot.com.co>
- David. ( 1998). Manual para educación agropecuaria PAPAS , B. Persons. Tirllas: Editorial México.
- Flores.H.,Flores.H.,&Ojeda,w.(2014). Predicción fenológica del cultivo de papa mediante tiempo térmico. diciembre8,2016, de Rev. Fitotec. Mex. Vol. 37 (2): 149 - 157 Sitio web: <http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/37-2/6a.pdf>
- 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.
- Jaiver Danilo Sánchez, A. L. (21 de Noviembre de 2005). [scielo.org.co](http://www.scielo.org.co). Obtenido de [scielo.org.co](http://www.scielo.org.co): <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v23n2/v23n2a06.pdf>
- Lara,J. (2016). Evaluación de la fertilización en el rendimiento de cuatro clones de papa criolla (*solanum phureja juz et buk*) en el municipio de chitagá, norte de santander. diciembre5,2016, de unipmaplona.
- Meier,U.( 2001). Estadios de las plantas mono-y dicotyledóneas BBCH Monografía . diciembre12,2017, de <http://www.ecofisiohort.com.ar> Sitio web: <http://www.ecofisiohort.com.ar/wp-content/uploads/2009/10/C%C3%B3digo-BBCH1.pdf>
- Quito.Toledo, A., Albuja Catro, L., & Jose , R. (2006). Manual del Cultivo de Papa FARM AGRO. Guayaquil: EDIFARM
- Santos,M.(2010). Evaluación Del Crecimiento, Desarrollo y Componentes De Rendimiento De Cuatro Cultivares De Papa Criolla En Dos localidades del Departamento De Cundinamarca.octubre10,2016, de <http://www.bdigital.unal.edu.co> Sitio web: <http://www.bdigital.unal.edu.co/8744/1/790678.2010.pdf>

- Salazar,M.,Zambrano,J.,&Valecillos,H. (2008). Evaluación del rendimiento y características de calidad de trece clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.). noviembre16,2016, de Agricultura Andina Sitio web: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29373/1/articulo7.pdf>
- Valbuena,R.,Roveda,G.,& Bolaños,A. (2009). Escalas fenológicas de las variedades de papa parda pastusa, diacol capiro y criolla “yema de huevo” en las zonas productoras de Cundinamarca, Boyaca, Nariño y Antioquia. Octubre,16/2016, de Corpoica.
- 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

## 8.ANEXOS




### Anexo 1. Análisis de suelo




 	<b>VINCULACIÓN DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA</b>		Código: VC F 227	
	Reporte de Resultados Laboratorios de Servicios una Muestra. ONAC		Versión: 0	
			Fecha de vigencia: (01-02-2016)	
<b>LABORATORIO DE QUÍMICA DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS</b>		# DE SOLICITUD <b>2801</b>	CODIGO DE LABORATORIO <b>S16-25448</b>	
<b>1. Información del cliente</b>				
Nombre y Apellido:	JUAN JACOME			
Cédula o NIT	1094441223			
Dirección:	URB. CARMELITANO 8A-13			
Dpto:	NORTE DE SANTANDER			
Municipio:	PAMPLONA			
Tel. fijo/Celular:	3178547979-5680283			
Tipo de análisis:	COMPLETO			
 				
<b>2. Información de la muestra</b>				
Identificación:	029346			
Matriz	SUELO			
Vereda	CHICHIRA			
Finca:	SANTA ISABEL			
Altura	2380			
Cultivo	PAPA CRIOLLA			
Estado:	POR ESTABLECER			
<p><i>*El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH (VC_R_004 versión 2 de 18-09-2015), fósforo disponible bray II (NTC 5350:2005), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008), cationes intercambiables en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (NTC 5349:2008), micronutrientes en suelo por olsen modificado (NTC 5526:2007)*</i></p>				
Fecha de recepción:	2016-09-28	Jamer Ricardo Jiménez. (7882)		
Fecha(s) de análisis:	2016-10-10	Lider Unidad de Laboratorio de Suelos		
Fecha de reporte:	2016-10-20			
DETERMINACION ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR*	INTERPRETACIÓN*
pH		VC_R_004 versión 2	4,90	ACIDO
Conductividad eléctrica	dS/m	NTC 5596:2008	0,20	NO SALINO
Materia orgánica (MO)	%	Walkey & Black	4,36	BAJO
Fósforo disponible (P) Bray II	mg/kg	NTC 5350:2005	13,32	BAJO
Azufre disponible (S)	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	2,66	BAJO
Acidez intercambiable (Al+H)	cmol <sub>c</sub> /kg	KCl	2,42	
Aluminio intercambiable (Al)	cmol <sub>c</sub> /kg	KCl	1,92	NORMAL
Calcio intercambiable (Ca)	cmol <sub>c</sub> /kg	NTC 5349:2008	0,88	BAJO
Magnesio Intercambiable (Mg)	cmol <sub>c</sub> /kg	NTC 5349:2009	0,28	BAJO
Potasio intercambiable (K)	cmol <sub>c</sub> /kg	NTC 5349:2010	0,14	BAJO
Sodio intercambiable (Na)	cmol <sub>c</sub> /kg	NTC 5349:2011	<0,10	BAJO
Capacidad de intercambio cationico (CICE)	cmol <sub>c</sub> /kg	Suma de cationes	3,82	BAJO
Hierro disponible (Fe) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	554,95	ALTO
Manganeso disponible (Mn) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	4,00	BAJO
Zinc disponible (Zn) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	<1,00	BAJO
Cobre disponible (Cu) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	<1,00	BAJO
Boro disponible (B)	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	0,33	MEDIO
<b>SATURACION DE BASES</b>	Saturacion de Calcio	23%	Bajo	
	Saturacion de Magnesio	7%	Bajo	
	Saturacion de Potasio	4%	Alto	
	Saturacion de Sodio	10%	Normal	
	Saturacion de Aluminio	63%	Restrictivo	
<b>RELACIONES IÓNICAS</b>	Relacion Ca/Mg	3,1		
	Relacion (ca+Mg)/K	8,5		
	Relacion Mg/K	2,1		
	Relacion Ca/B	5,28		
OBSERVACIONES: * Interpretación basada en: ICA, 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. M anual de asistencia N 25;				
<p>Los resultados son validos unicamente para la muestra en referencia          Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.          Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de CORPOICA  <b>CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3</b>  <b>CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA</b>  <b>KILOMETRO 14 VIA MOSQUERA (CUNDINAMARCA)</b>  <b>TELEFONOS: 4227300, extensión 1414</b></p>				









## Anexo 2. Caracterización y diferenciación cronológica de los clones evaluados



**Tabla 7: fenología del clon 5 durante el ciclo del cultivo.**

 <p><b>CLON 5</b> <b>MUESTRA 1</b></p>	<b>DDS / GCDA</b>	24 DIAS / 166.4 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	3
	<b>N° DE HOJAS</b>	4
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	0
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	0.5
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	25,7
 <p><b>CLON 5</b> <b>MUESTRA 2</b></p>	<b>DDS / GCDA</b>	31 DIAS / 208.5 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	4
	<b>N° DE HOJAS</b>	4
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	0
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	0,9
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	31,6
 <p><b>CLON 5</b> <b>MUESTRA 3</b></p>	<b>DDS / GCDA</b>	38 DIAS / 254.4 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	4
	<b>N° DE HOJAS</b>	6
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	4
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	19
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	0,8
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	40,4




<p><b>CLON 5</b> <b>MUESTRA 4</b></p> 	<b>DDS / GCDA</b>	45 DIAS / 301.6 GCD
	<b>N° DE TALLOS</b>	5
	<b>N° DE HOJAS</b>	11
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	12
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	24
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	10
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	48,9
<p><b>CLON 5</b> <b>MUESTRA 5</b></p> 	<b>DDS / GCDA</b>	52 DIAS / 351.4 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	5
	<b>N° DE HOJAS</b>	15
	<b>N° DE FLORES</b>	5
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	9
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	29
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,2
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	62,2
<p><b>CLON 5</b> <b>MUESTRA 6</b></p> 	<b>DDS / GCDA</b>	59 DIAS / 398.0 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	6
	<b>N° DE HOJAS</b>	18
	<b>N° DE FLORES</b>	6
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	7
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	28
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,3
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	75,9




<p><b>CLON 5</b> <b>MUESTRA 7</b></p> 	<b>DDS / GCDA</b>	66 DIAS / 442.7 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	8
	<b>N° DE HOJAS</b>	18
	<b>N° DE FLORES</b>	6
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	7
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	30
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,4
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	78,3
<p><b>CLON 5</b> <b>MUESTRA 8</b></p> 	<b>DDS / GCDA</b>	73 DIAS / 487.9 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	8
	<b>N° DE HOJAS</b>	19
	<b>N° DE FLORES</b>	7
	<b>N° DE BAYAS</b>	2
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	9
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	36
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,5
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	82,6
<p><b>CLON 5</b> <b>MUESTRA 9</b></p> 	<b>DDS / GCDA</b>	80 DIAS / 534,7 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	10
	<b>N° DE HOJAS</b>	19
	<b>N° DE FLORES</b>	8
	<b>N° DE BAYAS</b>	3
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	38
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,5
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	87




<p><b>CLON 5 MUESTRA 10</b></p> 	<b>DDS / GCDA</b>	87 DIAS / 580.6 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	10
	<b>N° DE HOJAS</b>	19
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	5
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	50
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1.5
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	87
<p><b>CLON 5 MUESTRA 11</b></p> 	<b>DDS / GCDA</b>	94 DIAS / 622.1 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	10
	<b>N° DE HOJAS</b>	19
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	5
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	54
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,5
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	87,5
<p><b>CLON 5 MUESTRA 12</b></p> 	<b>DDS / GCDA</b>	101 DIAS / 665.7 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	10
	<b>N° DE HOJAS</b>	19
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	7
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	58
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,5
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	87,5

<b>CLON 5</b> <b>MUESTRA 13</b> 	<b>DDS / GCDA</b>	108 DIAS / 707.5 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	10
	<b>N° DE HOJAS</b>	19
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	13
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	58
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,5
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	87,5
<b>CLON 5</b> <b>MUESTRA 14</b> 	<b>DDS</b>	115 DIAS / 752.1 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	10
	<b>N° DE HOJAS</b>	19
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	13
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	62
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,5
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	87,5




**Tabla 8: Fenología del clon 9 durante el ciclo del cultivo.**



 <p><b>CLON 9 MUESTRA 1</b></p>	<b>DDS / GCDA</b>	24 DIAS / 166.4 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	3
	<b>N° DE HOJAS</b>	4
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	0
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	0,7
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	26,2
 <p><b>CLON 9 MUESTRA 2</b></p>	<b>DDS / GCDA</b>	31 DIAS / 208.5 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	4
	<b>N° DE HOJAS</b>	6
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	0
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	0,8
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	33,8
 <p><b>CLON 9 MUESTRA 3</b></p>	<b>DDS / GCDA</b>	38 DIAS / 254.4 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	4
	<b>N° DE HOJAS</b>	6
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	10
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	12
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	0,9
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	41,4

<b>CLON 9 MUESTRA 4</b> 	<b>DDS / GCDA</b>	45 DIAS / 301.6
	<b>N° DE TALLOS</b>	5
	<b>N° DE HOJAS</b>	12
	<b>N° DE FLORES</b>	4
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	11
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	17
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,0
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	50,1
<b>CLON 9 MUESTRA 5</b> 	<b>DDS / GCDA</b>	52 DIAS / 351.4 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	5
	<b>N° DE HOJAS</b>	13
	<b>N° DE FLORES</b>	6
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	16
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	23
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,1
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	63,2
<b>CLON 9 MUESTRA 6</b> 	<b>DDS / GCDA</b>	59 DIAS / 398.0 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	6
	<b>N° DE HOJAS</b>	13
	<b>N° DE FLORES</b>	6
	<b>N° DE BAYAS</b>	3
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	18
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	33
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,1
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	76,5

<p><b>CLON 9 MUESTRA 7</b></p> 	<b>DDS / GCDA</b>	66 DIAS / 442.7 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	7
	<b>N° DE HOJAS</b>	14
	<b>N° DE FLORES</b>	7
	<b>N° DE BAYAS</b>	5
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	14
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	35
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,2
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	90,6
<p><b>CLON 9 MUESTRA 8</b></p> 	<b>DDS / GCDA</b>	73 DIAS / 487.9 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	7
	<b>N° DE HOJAS</b>	14
	<b>N° DE FLORES</b>	7
	<b>N° DE BAYAS</b>	6
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	12
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	35
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,3
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	81,1
<p><b>CLON 9 MUESTRA 9</b></p> 	<b>DDS / GCDA</b>	80 DIAS / 534.7 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	8
	<b>N° DE HOJAS</b>	15
	<b>N° DE FLORES</b>	8
	<b>N° DE BAYAS</b>	6
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	35
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,4
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	85,3



<b>CLON 9</b> <b>MUESTRA 10</b> 	<b>DDS / GCDA</b>	87 DIAS / 580.0 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	8
	<b>N° DE HOJAS</b>	15
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	3
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	40
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1.4
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	89,2
<b>CLON 9</b> <b>MUESTRA 11</b> 	<b>DDS / GCDA</b>	94 DIAS / 622.1 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	8
	<b>N° DE HOJAS</b>	15
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	45
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,5
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	90,6
<b>CLON 9</b> <b>MUESTRA 12</b> 	<b>DDS / GCDA</b>	101 DIAS / 665.7 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	8
	<b>N° DE HOJAS</b>	15
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	45
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1.5
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	90,6

<b>CLON 9 MUESTRA 13</b> 	<b>DDS / GCDA</b>	108 DIAS / 707.5
	<b>N° DE TALLOS</b>	8
	<b>N° DE HOJAS</b>	15
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	45
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,5
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	90,6
<b>CLON 9 MUESTRA 14</b> 	<b>DDS / GCDA</b>	115 DIAS / 752.1 GCDA
	<b>N° DE TALLOS</b>	8
	<b>N° DE HOJAS</b>	15
	<b>N° DE FLORES</b>	0
	<b>N° DE BAYAS</b>	0
	<b>N° DE ESTOLONES</b>	0
	<b>N° DE TUBERCULOS</b>	53
	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>	1,5
	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	90,6

**Anexo 3. Evidencias Fotográficas**

