

# ESCALAS FENOLOGÍCAS DE LAS VARIEDADES DE PAPA PARDA PASTUSA, DIACOL CAPIRO Y CRIOLLA “YEMA DE HUEVO” EN LAS ZONAS PRODUCTORAS DE CUNDINAMARCA, BOYACA, NARIÑO Y ANTIOQUIA

*Autores:*

**Raúl Iván Valbuena B., I.A M. Sc. Investigador Máster Principal**

**Gabriel Roveda I.A. M.Sc. Investigador Máster Principal**

Centro de Investigación Tibaitatá CORPOICA

**Antonio Bolaños A., I.A M. Sc. Investigador Máster Principal**

Unidad Local Pasto Nariño CORPOICA

**José Luis Zapata, I.A M. Sc. Investigador Máster Principal**

**Clara Inés Medina, Lic. Agr. M.Sc. Investigador Máster Asistente**

Centro de Investigación La Selva - Antioquia CORPOICA

**Pedro José Almanza Merchán, I.A M. Sc.**

Grupo de Investigación Ecofisiología Vegetal, Docente FACIAT,  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-Tunja.

**Pedro David Porras Rodríguez, I.A.**

Departamento Técnico FEDEPEPAPA



Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural  
República de Colombia



**CEVIPAPA**



## INTRODUCCIÓN

El crecimiento se define como el incremento irreversible del volumen o materia seca que genera aumento del peso y tamaño de las plantas, en función del ambiente y el genotipo. El desarrollo es la secuencia de eventos morfogenéticos que dan origen a las diferentes estructuras que caracterizan la forma de una planta adulta.

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.

Para el caso particular del estudio realizado 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 fenología tiene como finalidad estudiar y describir de manera integral, los diferentes eventos morfogenéticos que dan origen a todas las estructuras que caracterizan la forma de una planta adulta, en este caso particular para papa de las especies *Solanum tuberosum* spp. *andigena* y *Solanum phureja* dentro de ecosistemas agrícolas y su interacción con el medio ambiente. En este sentido, las observaciones de campo efectuadas en el municipio de Zipaquirá de los eventos fenológicos y la elaboración de las respectivas escalas fenológicas de las variedades Diacol Capiro, Parda Pastusa y 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.

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.

## PRESENTACION


El desconocimiento de la fisiología de las variedades colombianas de papa hace que el manejo agronómico de las mismas, bajo diferentes condiciones ambientales, no haya permitido alcanzar sus máximos potenciales productivos, pues el manejo en cultivo no considera dichas diferencias.


Conforme a ésta inquietud, la cadena de la papa consideró apropiado adelantar un proyecto de investigación dirigido a analizar el crecimiento y desarrollo de tres variedades de amplio uso por parte de los agricultores en las principales regiones productoras del tubérculo. Es así como el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en su Convocatoria Nacional para la cofinanciación de Proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico e Innovación para el Sector Agropecuario por Cadenas Productivas de 2005, aprobó a CEVIPAPA como proponente el proyecto denominado “Análisis del crecimiento y desarrollo de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) subespecie andígena y (*Solanum phureja* Juz. et Buk) en el altiplano Cundiboyacense , montaña Antioqueña y Nariñense” dentro del Programa de Nutrición y Fisiología en el cultivo de papa. A este esfuerzo se unió la participación de la Asociación Hortifrutícola de Colombia, con el aporte de recursos económicos provenientes del Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola, para que CORPOICA, la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y FEDEPAPA, ejecutaran dicha investigación entre 2007 y 2009.

Dejamos a disposición de la comunidad vinculada al sistema productivo papa del país el presente documento que permitirá determinar las diferencias encontradas entre las variedades Diacol Capiro (R-12 Negra), Parda Pastusa y papa Criolla variedad Yema de Huevo, en cuanto a su crecimiento y fenología, sus épocas críticas de cultivo y algunas recomendaciones de manejo agronómico derivadas del estudio para el departamento de Cundinamarca.

**ESCALAS FENOLOGÍCAS DE LAS VARIEDADES DE PAPA PARDA PASTUSA, DIACOL  
CAPIRO Y CRIOLLA “YEMA DE HUEVO” EN LAS ZONA PRODUCTORA DE  
CUNDINAMARCA**

**ESCALA FENOLOGÍCA CAPIRO**

<b>Etapa 1. Desarrollo de Tallos Principales (BBCH 1.9)</b>	
<b>Parte Aérea</b>	
	<p>Las primeras hojas comienzan su desarrollo a partir del crecimiento de los tallos principales los cuales, al comienzo de esta etapa, presentan un crecimiento acelerado. Durante todo el ciclo de evaluación de esta variedad, se presenta en promedio un total de cuatro tallos principales; el área foliar comienza su crecimiento hasta un 20% de la superficie máxima, equivalente a 2085.85 cm<sup>2</sup>.</p>
	<b>Parte Subterránea</b>
	<p>A medida que la parte aérea de la planta presenta un crecimiento acelerado, simultáneamente comienza la diferenciación y el crecimiento de los estolones. Es así como en los primeros 15 días después de la emergencia (dde), esta variedad presenta el mayor número de estolones, con un promedio de 32 por planta. El desarrollo de la planta en esta etapa depende de las reservas presentes en el tubérculo semilla, pues las primeras raíces no han iniciado la toma de nutrientes.</p>
<b>Observaciones</b>	
<p>En esta etapa de desarrollo el cultivo requiere del manejo de plantas arvenses que compiten por nutrientes agua y luminosidad. Con la desyerba se promueve el rápido desarrollo del cultivo tanto en la parte aérea y subterránea de la planta.</p>	

<b>Etapa 2. Formación de tallos secundarios (BBCH 2.9-3.9)</b>	
<b>Parte Aérea</b>	
	<p>Con el crecimiento longitudinal de los brotes axilares o tallos secundarios, se inicia el incremento en el número de folíolos. A los 29 dde del cultivo, se registra un promedio de 97 folíolos y un incremento de la proporción del área foliar hasta 63% del máximo alcanzado para la variedad, con una superficie foliar de 6453.39 cm<sup>2</sup>.</p>
	<b>Parte Subterránea</b>
	<p>La variedad Diacol Capiro se caracteriza por un llenado rápido del gancho del estolón. Es así como en los 29 dde, se presentan en promedio 17 tubérculos, con un peso seco de 10.07 gramos, equivalente a 2.75% del peso alcanzado por los tubérculos en la etapa de senescencia.</p>
<b>Observaciones</b>	
<p>La variedad desarrolla un sistema radical activo que toma nutrientes y los utiliza para el rápido crecimiento de estructuras aéreas y subterráneas; el aporte favorece dicha respuesta.</p>	

### Etapa 3. Floración. (BBCH 4.9-6.9)

#### Parte Aérea



En este punto se presenta el mayor número promedio de foliolos para la variedad Diacol Capiro (89 por planta) y el desarrollo máximo del área foliar con una superficie de 10266.84 cm<sup>2</sup>. Igualmente, se presentan las primeras flores abiertas, aunque la floración no es muy copiosa como en las variedades Parda Pastusa y Criolla "Yema de Huevo".

#### Parte Subterránea

Se incrementa sustancialmente el número de tubérculos en esta etapa; en promedio se presentan 20 tubérculos a los 68 dde los cuales se encuentran en una fase intermedia de llenado, alcanzando un peso promedio de 124.13 gramos, es decir, aproximadamente un 34% del peso seco final.

#### Observaciones

Con el cierre de calle, la variedad está en su máxima actividad fotosintética y ha definido el 100 % del número total de tubérculos, por consiguiente esta etapa de desarrollo, se considera crítica para la variedad.

### Etapa 4. Formación de bayas (BBCH 7.9-8.9)

#### Parte Aérea



Se da inicio al desarrollo de los primeros frutos por el ensanchamiento del ovario de la flor. En esta etapa de desarrollo, comienza a declinar el área foliar y su capacidad fotosintética, llegando a 8744.89 cm<sup>2</sup>.

#### Parte Subterránea

A los 87 dde, la variedad Diacol Capiro continúa con la formación de estolones e inicia la fase final del llenado del tubérculo. En promedio, se presentan 16 estolones y 20 tubérculos, de los cuales estos últimos alcanzan un peso de 315.98 gramos (cerca al 86% del peso seco final).

#### Observaciones

En tres semanas el llenado es cercano al 25%, lo cual indica una traslocación acelerada de asimilados a los tubérculos. En la parte aérea, las hojas bajas inician un amarillamiento que, paulatinamente, abarcará toda la planta

### Etapa 5. Senescencia (BBCH 9.9)

#### Parte Aérea



Maduración de bayas, amarillamiento (senescencia) de las hojas fotosintéticamente activas y secamiento de los tallos principales. En esta fase de desarrollo, la materia seca acumulada inicialmente en la parte aérea de la planta, es trasladada a los tubérculos.


#### Parte Subterránea


Terminación la fase del llenado del tubérculo. Para esta fase final, los tubérculos alcanzan un peso de 366 gramos.


#### Observaciones

Posteriormente se presenta la madurez comercial, etapa en la que los tallos se secan completamente alcanzando solo un 15% de la materia seca total de la planta. Los tubérculos han llenado completamente y su piel se fija. La variedad presenta una altísima eficiencia de llenado puesto que el peso de los tubérculos alcanza el 85% del peso total de la planta.

## ESCALA FENOLÓGICA PARDA-PASTUSA

Etapa 1. Desarrollo de tallos principales (BBCH 1.9)	
	<b>Parte Aérea</b> La variedad Parda Pastusa al inicio de la fase, en promedio presentan solamente tres tallos principales de donde se desprenden los tallos secundarios. El área foliar en el caso de la variedad Parda Pastusa a los 15 dde registra un lento crecimiento (4.05% de la superficie definitiva), equivalente a 763.23 cm <sup>2</sup> en 39 foliolos.
	<b>Parte Subterránea</b> Parda Pastusa presenta un crecimiento y desarrollo de los estolones muy lento, registrando a los 15 dde solamente 13 estolones. El desarrollo de la planta en esta fase depende de las reservas presentes en el tubérculo semilla, pues las primeras raíces no han iniciado aún la toma de nutrientes.
	<b>Observaciones</b> En esta etapa de desarrollo el cultivo requiere del manejo de plantas arvenses que compiten por nutrientes agua y luminosidad. Con la desyerba se promueve el rápido desarrollo del cultivo tanto en la parte aérea y subterránea de la planta.

Etapa 2. Formación de tallos secundarios (BBCH 2.9-3.9)	
	<b>Parte Aérea</b> Con el crecimiento y desarrollo de los tallos principales, simultáneamente comienza el crecimiento de los tallos secundarios, lo cual contribuye al incremento en la biomasa de la parte aérea de la planta. En el caso de la variedad Parda Pastusa, se presentan 54 foliolos a los 38 dde del cultivo y el área foliar registra un 12% de una superficie foliar definitiva, con 2271.66 cm <sup>2</sup> . En este punto, la tendencia del crecimiento es de tipo lineal.
	<b>Parte Subterránea</b> En la variedad Parda Pastusa, la formación de estolones sigue siendo lenta; es así como a los 38 dde, el cultivo presenta solamente 20 estolones que aún no muestran señales de diferenciación de tubérculos.
	<b>Observaciones</b> La variedad desarrolla un sistema radical activo que toma nutrientes y los utiliza para el rápido crecimiento de estructuras aéreas pero un lento y reducido desarrollo de estructuras subterráneas. El aporque favorece la expansión de raíces y estolones.

Etapa 3. Floración (BBCH 4.9-6.9)	
	<b>Parte Aérea</b> A partir de la aparición de los primeros botones florales a los 48 dde la variedad Parda Pastusa alcanza su máxima área foliar y número de foliolos hasta los 66 dde, pasando de 8847.97 cm <sup>2</sup> con 98 foliolos a 18854.81 cm <sup>2</sup> con 103 foliolos totalmente desplegados, lo cual indica un rápido crecimiento del aparato fotosintéticamente activo.
	<b>Parte Subterránea</b> La variedad Parda Pastusa presentaron 8 tubérculos y 21 estolones a los 66 dde. En esta etapa de desarrollo, los tubérculos se encuentran en una fase inicial de llenado. Es así como la variedad Parda Pastusa registra un peso seco de tubérculos de 9.55 gramos, es decir, sólo un 3.21% del máximo alcanzado en madurez.
	<b>Observaciones</b> Con el cierre de calle en el cultivo, la variedad está en su máxima actividad fotosintética, pero solo ha definido un 40% del número total de tubérculos con un llenado mínimo.

#### Etapa 4. Formación de bayas (BBCH 7.9-8.9)

##### Parte Aérea



En este punto, la variedad Parda Pastusa comienza a declinar la fotosíntesis, evidenciándose en el amarillamiento de las hojas: El área foliar, llega a 13980.10 cm<sup>2</sup> y se presentan sólo 89 foliolos. En la variedad Parda Pastusa la duración de la floración permite que se observen flores y frutos abundantes al mismo tiempo.

##### Parte Subterránea

La variedad Parda Pastusa en este estado de desarrollo comienza a incrementar el número y peso de tubérculos alcanzando 23.57 gramos en 13 tubérculos (un 8% del peso seco definitivo alcanzado en madurez). Esta es una fase intermedia de llenado del tubérculo.

##### Observaciones

Esta fase de desarrollo se considera crítica para la variedad pues se está trasladando la mayor cantidad de asimilados desde la parte aérea hasta el 80% de los tubérculos que se tendrán en la madurez.

#### Etapa 5. Senescencia (BBCH 9.9)

##### Parte Aérea



La variedad Parda Pastusa al final de la madurez fisiológica, presenta una disminución paulatina de su área foliar del 73%, donde las hojas presentan una degradación de su clorofila (amarillamiento) reduciendo consecuentemente su aparato fotosintético; los carbohidratos y demás fotoasimilados que se formaron en los foliolos son enviados a los órganos de almacenamiento: los tubérculos.

##### Parte Subterránea

La variedad Parda Pastusa presenta una gran actividad en la fase final del llenado del tubérculo; al final del proceso registra un peso de 297.66 gramos en 20 tubérculos.

##### Observaciones

El ciclo vegetativo de la variedad Parda Pastusa es más largo pues sólo hasta los 147 dde, alcanza su madurez comercial. La formación de estolones y tubérculos es escalonada, lo que explica la diferencia en tamaños de tubérculos en el momento de la cosecha.

## ESCALA FENOLOGICA CRIOLLA

#### Etapa 1. Desarrollo de tallos principales (BBCH 1.9)

##### Parte Aérea



La variedad a los 19 dde, en promedio presenta cuatro tallos, El área foliar para la papa Criolla variedad Yema de Huevo presenta un superficie de 1321.56 cm<sup>2</sup> equivalente a 13.51% de la superficie final alcanzada por la variedad, representada en 29 foliolos; con respecto a la variedad Diacol Capiro, la variedad Yema de Huevo, registra una menor biomasa en esta fase de desarrollo.

##### Parte Subterránea

La papa Criolla variedad Yema de Huevo en esta fase de desarrollo presenta 20 estolones en la fase de inicio de llenado del gancho del estolón. La variedad se caracteriza por presentar un crecimiento acelerado de formación de estolones, este comportamiento se registra a los 19 dde.

##### Observaciones

La formación de estolones es muy temprana, registrando un 69% en el número de estolones, la papa criolla ya presentaba un potencial en la formación de estolones que más adelante llevan a la formación de tubérculos.

## Etapa 2. Formación de tallos secundarios (BBCH 2.9-3.9)

### Parte Aérea



Con relación a esta fase de desarrollo, la planta emplea todas sus reservas y energía para la formación de las estructuras fotosintéticamente activas. La papa Criolla variedad Yema de Huevo a los 33 dde del cultivo presenta en promedio 38 foliolos con un área asimilatoria (o fotosintética) de 1536.58 cm<sup>2</sup> equivalente a un 15.70% del máximo alcanzado por la planta.

### Parte Subterránea

En la papa Criolla variedad Yema de Huevo como se mencionó anteriormente, la formación de estolones y el llenado del gancho del estolón son procesos muy rápidos; es así como a los 33 dde del cultivo, presenta 36 estolones y 24 tubérculos.

### Observaciones

A pesar que la variedad Yema de Huevo en su tercera parte del ciclo, ha definido el 77% del número de tubérculos, estos no comienzan su llenado, pues apenas se cuenta con un 15.70% del máximo de área foliar.

## Etapa 3. Floración (5.9 BBCH)

### Parte Aérea



La papa Criolla variedad Yema de Huevo se caracteriza por presentar una floración profusa y temprana; a los 33 dde ya aparecen botones florales y las primeras flores y continúa este proceso durante todo su ciclo hasta la cosecha. En este punto, 65 dde presenta un área foliar de 9784.26 cm<sup>2</sup>, es decir, el 100% de la máxima superficie foliar con 118 foliolos.

### Parte Subterránea

La planta de papa Criolla variedad Yema de Huevo a los 65 dde registra la formación de 29 estolones y 22 tubérculos en un estado de llenado inicial a intermedio del tubérculo (cercano al 10% del total alcanzado en la madurez).

### Observaciones

La situación no cambia sustancialmente en seis semanas, pues el llenado alcanza el 10% al definitivo alcanzado por la variedad.

## Etapa 4. Inicio de llenado del tubérculo (4.1-4.5 BBCH)

### Parte Aérea



La variedad Yema de Huevo a los 79 dde registra una drástica disminución del aparato fotosintético pasando de un área foliar máxima de 9784.16 a 5656.58 cm<sup>2</sup> con 95 foliolos. El follaje mantiene su color verde característico.

### Parte Subterránea

La planta en este estado presenta un llenado intermedio de tubérculos. Registra un número de tubérculos de 26 con un peso seco de 44.56 gramos y se presenta una disminución en el número de estolones a 21.

### Observaciones

Las laminas foliares se mantienen todavía activas fisiológicamente e inician al 82% del ciclo del cultivo, una rápida traslocación de asimilados a los tubérculos.

### Etapa 5. Terminación del llenado del tubérculo (BBCH 4.9)

#### Parte Aérea



La planta de papa de la variedad Yema de Huevo al final de esta etapa de desarrollo sigue presentando una disminución de su área foliar registrando un valor de 5342.13 cm<sup>2</sup>, equivalente a un 55% del máximo alcanzado en la fase anterior. A diferencia de las variedades Diacol capiro y Parda Pastusa, el follaje de la variedad Yema de Huevo no presenta proceso de muerte de la parte aérea y permanece verde hasta el momento de la cosecha; la evidencia del la traslocación es la disminución del peso seco de las estructuras áreas adicionalmente como antes se mencionó la floración está presente hasta el final del ciclo vegetativo.

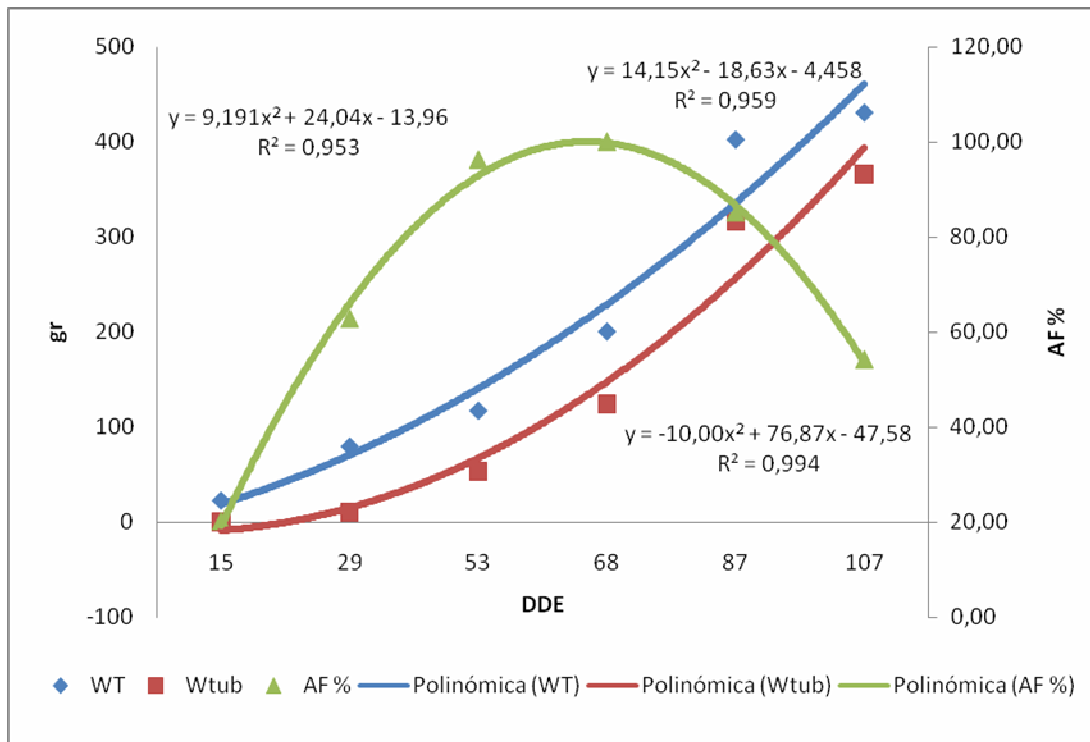
#### Parte Subterránea

La variedad Yema de Huevo presenta una mayor actividad de traslocación en los últimos días de la fase de llenado de tubérculo que las variedades Diacol Capiro y Parda Pastusa; es así que al final del proceso de llenado del tubérculo presenta un peso en tubérculos de 168 gramos representado en un promedio de 31 tubérculos.

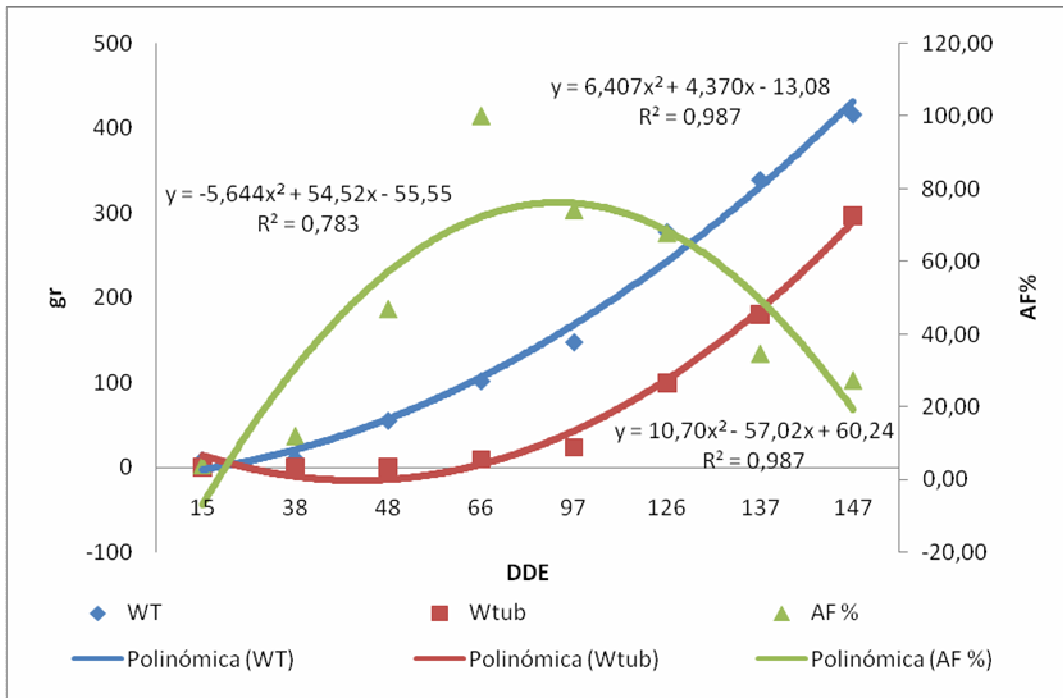
#### Observaciones

La madurez comercial (fijación de la epidermis del tubérculo) de la variedad Yema de Huevo es bastante rápida (de ahí su nombre en vocablo Aymara que significa "precoz") registrándose a los 118 dde; esta variedad presenta un periodo vegetativo similar con relación a la variedad Diacol Capiro de 107 dde, mientras la más tardía es la variedad Parda Pastusa con 147 dde. Por lo tanto, la época crítica de llenado del tubérculo se presenta en ésta etapa, especialmente 15 días antes de madurez comercial.

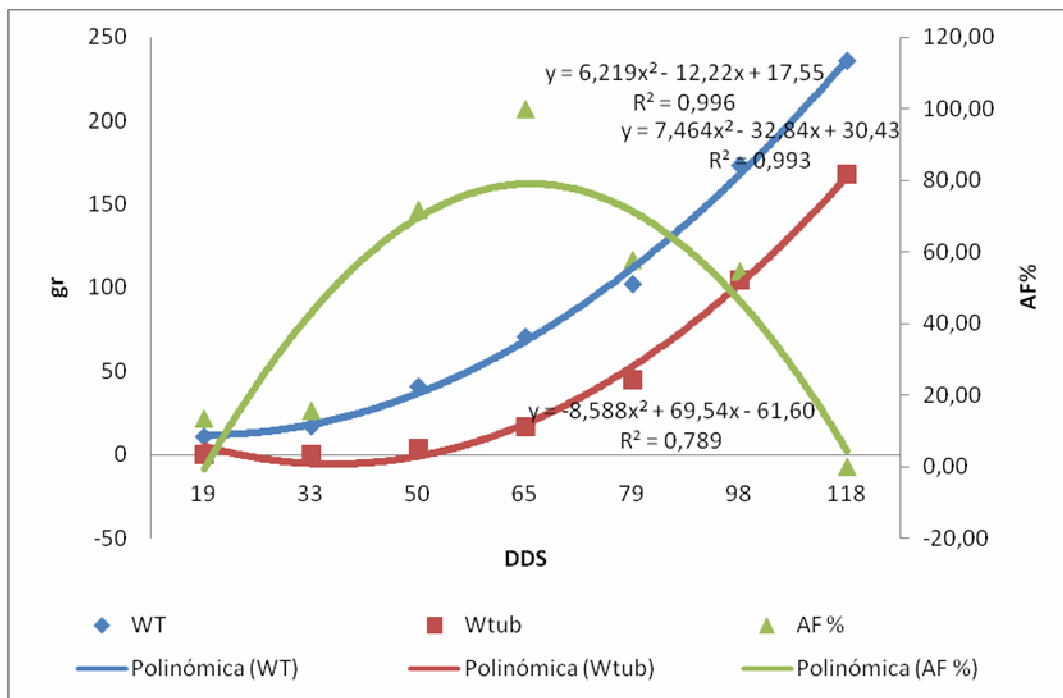
**Figura 1. Comportamiento del área foliar, materia seca del tubérculo y de la planta completa de la variedad Diacol-capiro en Cundinamarca**



**Figura 2. Comportamiento del área foliar materia seca del tubérculo y de la planta completa de la variedad Parda pastusa en Cundinamarca**





**Figura 3. Comportamiento del área foliar materia seca del tubérculo y de la planta completa de la variedad Yema de Huevo en Cundinamarca**



# ESCALAS FENOLOGÍCAS DE LAS VARIEDADES DE PAPA PARDA PASTUSA, DIACOL CAPIRO Y CRIOLLA “YEMA DE HUEVO” EN LA ZONA PRODUCTORA DE BOYACA

## ESCALA FENOLOGÍCA CAPIRO

Etapa 1. Desarrollo de Tallos Principales (BBCH 1.9)	
<b>Parte Aérea</b>	
	Las primeras hojas comienzan su desarrollo a partir del crecimiento de los tallos principales los cuales, al comienzo de esta etapa, presentan un crecimiento acelerado. Durante todo el ciclo de evaluación de esta variedad, se presenta en promedio un total de tres tallos principales; el área foliar comienza su crecimiento hasta un 5.74% de la superficie máxima, equivalente a 665.23 cm <sup>2</sup> .
	<b>Parte Subterránea</b>
	A medida que la parte aérea de la planta presenta un crecimiento acelerado, simultáneamente comienza la diferenciación y el crecimiento de los estolones. Es así como en los primeros 20 días después de la emergencia (dde), esta variedad presenta el mayor número de estolones, con un promedio de 10 por planta. El desarrollo de la planta en esta etapa depende de las reservas presentes en el tubérculo semilla, pues las primeras raíces no han iniciado la toma de nutrientes.
<b>Observaciones</b>	
En esta etapa de desarrollo el cultivo requiere del manejo de plantas arvenses que compiten por nutrientes agua y luminosidad. Con la desyerba se promueve el rápido desarrollo del cultivo tanto en la parte aérea y subterránea de la planta.	

Etapa 2. Formación de tallos secundarios (BBCH 2.9-3.9)	
<b>Parte Aérea</b>	
	Con el crecimiento longitudinal de los brotes axilares o tallos secundarios, se inicia el incremento en el número de folíolos. A los 42 dde del cultivo, se registra un promedio de 29 folíolos y un incremento de la proporción del área foliar hasta 17% del máximo alcanzado para la variedad, con una superficie foliar de 2003.25 cm <sup>2</sup> .
	<b>Parte Subterránea</b>
	La variedad Diacol Capiro se caracteriza por un llenado rápido del gancho del estolón. Es así como en los 42 dde, se presentan en promedio 6 tubérculos, con un peso seco de 2.61 gramos, equivalente a 1.39% del peso alcanzado por los tubérculos en la etapa de senescencia.
<b>Observaciones</b>	
La variedad desarrolla un sistema radical activo que toma nutrientes y los utiliza para el rápido crecimiento de estructuras aéreas y subterráneas; el aporque favorece dicha respuesta.	

### Etapa 3. Floración. (BBCH 4.9-6.9)

#### Parte Aérea



En este punto se presenta el mayor número promedio de foliolos para la variedad Diacol Capiro (131 por planta) y el desarrollo máximo del área foliar con una superficie de 11587.19 cm<sup>2</sup>. Igualmente, se presentan las primeras flores abiertas, aunque la floración no es muy copiosa como en las variedades Parda Pastusa y Criolla “Yema de Huevo”.

#### Parte Subterránea

Se incrementa sustancialmente el número de tubérculos en esta etapa; en promedio se presentan 19 tubérculos a los 104 dde los cuales se encuentran en una fase intermedia de llenado, alcanzando un peso promedio de 45.82 gramos, es decir, aproximadamente un 24% del peso seco final.

#### Observaciones

Con el cierre de calle, la variedad está en su máxima actividad fotosintética y ha definido cerca del 63 % del número total de tubérculos, por consiguiente esta etapa de desarrollo, se considera crítica para la variedad.

### Etapa 4. Formación de bayas (BBCH 7.9-8.9)

#### Parte Aérea



Se da inicio al desarrollo de los primeros frutos por el ensanchamiento del ovario de la flor. En esta etapa de desarrollo, comienza a declinar el área foliar y su capacidad fotosintética, llegando a 11410.44 cm<sup>2</sup>.

#### Parte Subterránea

A los 118 dde, la variedad Diacol Capiro continúa con la formación de estolones e inicia la fase final del llenado del tubérculo. En promedio, se presentan 13 estolones y 19 tubérculos, de los cuales estos últimos alcanzan un peso de 111.41 gramos (cerca al 59% del peso seco final).

#### Observaciones

En tres semanas el llenado es cercano al 41%, lo cual indica una traslocación acelerada de asimilados a los tubérculos. En la parte aérea, las hojas bajas inician un amarillamiento que, paulatinamente, abarcará toda la planta

### Etapa 5. Senescencia (BBCH 9.9)

#### Parte Aérea



Maduración de bayas, amarillamiento (senescencia) de las hojas fotosintéticamente activas y secamiento de los tallos principales. En esta fase de desarrollo, la materia seca acumulada inicialmente en la parte aérea de la planta, es traslocada a los tubérculos.


#### Parte Subterránea


Terminación la fase del llenado del tubérculo. Para esta fase final, los tubérculos alcanzan un peso de 187.39 gramos.


#### Observaciones

Posteriormente se presenta la madurez comercial, etapa en la que los tallos se secan completamente alcanzando solo un 34% de la materia seca total de la planta. Los tubérculos han llenado completamente y su piel se fija. La variedad presenta una eficiencia de llenado puesto que el peso de los tubérculos alcanza el 66% del peso total de la planta.

## ESCALA FENOLÓGICA PARDA-PASTUSA

Etapa 1. Desarrollo de tallos principales (BBCH 1.9)	
	<b>Parte Aérea</b> La variedad Parda Pastusa al inicio de la fase, en promedio presentan solamente dos tallos principales de donde se desprenden los tallos secundarios. El área foliar en el caso de la variedad Parda Pastusa a los 16 dde registra un lento crecimiento (2.88% de la superficie definitiva), equivalente a 442.60 cm <sup>2</sup> en 14 foliolos.
	<b>Parte Subterránea</b> Parda Pastusa presenta un crecimiento y desarrollo de los estolones muy lento, registrando a los 16 dde solamente 8 estolones. El desarrollo de la planta en esta fase depende de las reservas presentes en el tubérculo semilla, pues las primeras raíces no han iniciado aún la toma de nutrientes.
	<b>Observaciones</b> En esta etapa de desarrollo el cultivo requiere del manejo de plantas arvenses que compiten por nutrientes agua y luminosidad. Con la desyerba se promueve el rápido desarrollo del cultivo tanto en la parte aérea y subterránea de la planta.

Etapa 2. Formación de tallos secundarios (BBCH 2.9-3.9)	
	<b>Parte Aérea</b> Con el crecimiento y desarrollo de los tallos principales, simultáneamente comienza el crecimiento de los tallos secundarios, lo cual contribuye al incremento en la biomasa de la parte aérea de la planta. En el caso de la variedad Parda Pastusa, se presentan 24 foliolos a los 34 dde del cultivo y el área foliar registra un 13% de una superficie foliar definitiva, con 1928.92 cm <sup>2</sup> . En este punto, la tendencia del crecimiento es de tipo lineal.
	<b>Parte Subterránea</b> En la variedad Parda Pastusa, la formación de estolones sigue siendo lenta; es así como a los 34 dde, el cultivo presenta solamente 8 estolones que aún no muestran señales de diferenciación de tubérculos.
	<b>Observaciones</b> La variedad desarrolla un sistema radical activo que toma nutrientes y los utiliza para el rápido crecimiento de estructuras aéreas pero un lento y reducido desarrollo de estructuras subterráneas. El aporque favorece la expansión de raíces y estolones.

Etapa 3. Floración (BBCH 4.9-6.9)	
	<b>Parte Aérea</b> A partir de la aparición de los primeros botones florales a los 53 dde la variedad Parda Pastusa alcanza su máxima área foliar y número de foliolos hasta los 115 dde, pasando de 6062.03 cm <sup>2</sup> con 65 foliolos a 15378.32 cm <sup>2</sup> con 172 foliolos totalmente desplegados, lo cual indica un rápido crecimiento del aparato fotosintéticamente activo.
	<b>Parte Subterránea</b> La variedad Parda Pastusa presentaron 20 tubérculos y 9 estolones a los 115 dde. En esta etapa de desarrollo, los tubérculos se encuentran en una fase intermedia de llenado. Es así como la variedad Parda Pastusa registra un peso seco de tubérculos de 103.58 gramos, es decir, un 40.35% del máximo alcanzado en madurez.
	<b>Observaciones</b> Con el cierre de calle en el cultivo, la variedad está en su máxima actividad fotosintética, definido un 80% del número total de tubérculos.

#### Etapa 4. Formación de bayas (BBCH 7.9-8.9)

##### Parte Aérea



En este punto, la variedad Parda Pastusa comienza a declinar la fotosíntesis, evidenciándose en el amarillamiento de las hojas: El área foliar, llega a 8014.19 cm<sup>2</sup> y se presentan sólo 120 foliolos. En la variedad Parda Pastusa la duración de la floración permite que se observen flores y frutos abundantes al mismo tiempo.

##### Parte Subterránea

La variedad Parda Pastusa en este estado de desarrollo comienza a incrementar el número y peso de tubérculos alcanzando 153 gramos en 20 tubérculos (un 60% del peso seco definitivo alcanzado en madurez). Esta sigue siendo una fase intermedia de llenado del tubérculo.

##### Observaciones

Esta fase de desarrollo se considera crítica para la variedad pues se está trasladando la mayor cantidad de asimilados desde la parte aérea hasta el 60% de los tubérculos que se tendrán en la madurez.

#### Etapa 5. Senescencia (BBCH 9.9)

##### Parte Aérea



La variedad Parda Pastusa al final de la madurez fisiológica, presenta una disminución paulatina de su área foliar del 59%, donde las hojas presentan una degradación de su clorofila (amarillamiento) reduciendo consecuentemente su aparato fotosintético; los carbohidratos y demás fotoasimilados que se formaron en los foliolos son enviados a los órganos de almacenamiento: los tubérculos.

##### Parte Subterránea

La variedad Parda Pastusa presenta una gran actividad en la fase final del llenado del tubérculo; al final del proceso registra un peso de 256.69 gramos en 25 tubérculos.

##### Observaciones

El ciclo vegetativo de la variedad Parda Pastusa es más largo pues sólo hasta los 135 dde, alcanza su madurez comercial. La formación de estolones y tubérculos es escalonada, lo que explica la diferencia en tamaños de tubérculos en el momento de la cosecha.

## ESCALA FENOLOGICA CRIOLLA

#### Etapa 1. Desarrollo de tallos principales (BBCH 1.9)

##### Parte Aérea



La variedad a los 15 dde, en promedio presenta tres tallos, El área foliar para la papa Criolla variedad Yema de Huevo presenta un superficie de 93.39 cm<sup>2</sup> equivalente a 0.7% de la superficie final alcanzada por la variedad, representada en 24 foliolos; con respecto a las variedades Diacol Capiro y Parda Pastusa, la variedad Yema de Huevo, registra una menor biomasa en esta fase de desarrollo.


##### Parte Subterránea


La papa Criolla variedad Yema de Huevo en esta fase de desarrollo presenta 3 estolones en la fase de inicio de llenado del gancho del estolón. La variedad se caracteriza por presentar un crecimiento acelerado de formación de estolones, este comportamiento se registra a los 15 dde.


##### Observaciones

La formación de estolones es muy temprana, la papa criolla ya en esta etapa de desarrollo presenta un potencial de formación de tubérculos.

#### Etapa 2. Formación de tallos secundarios (BBCH 2.9-3.9)

<b>Parte Aérea</b>	
	Con relación a esta fase de desarrollo, la planta emplea todas sus reservas y energía para la formación de las estructuras fotosintéticamente activas. La papa Criolla variedad Yema de Huevo a los 31 dde del cultivo presenta en promedio 40 foliolos con un área asimilatoria (o fotosintética) de 1220.09 cm <sup>2</sup> equivalente a un 9.15% del máximo alcanzado por la planta.
	<b>Parte Subterránea</b>
	En la papa Criolla variedad Yema de Huevo como se mencionó anteriormente, la formación de estolones y el llenado del gancho del estolón son procesos muy rápidos; es así como a los 31 dde del cultivo, presenta 10 estolones.
	<b>Observaciones</b>
	A pesar que la variedad Yema de Huevo en su tercera parte del ciclo, ha definido el 20% del número de estolones, estos no comienzan su llenado, pues apenas se cuenta con un 9.15% del máximo de área foliar.

<b>Etapa 3. Floración (5.9 BBCH)</b>	
<b>Parte Aérea</b>	
	La papa Criolla variedad Yema de Huevo se caracteriza por presentar una floración profusa y temprana; a los 57 dde ya aparecen botones florales y las primeras flores y continúa este proceso durante todo su ciclo hasta la cosecha. En este punto, 72 dde presenta un área foliar de 9725.93 cm <sup>2</sup> , es decir, un 73% de la máxima superficie foliar con 246 foliolos.
	<b>Parte Subterránea</b>
	La planta de papa Criolla variedad Yema de Huevo a los 72 dde registra la formación de 34 estolones y 19 tubérculos en un estado de llenado inicial a intermedio del tubérculo (cercano al 50% del total alcanzado en la madurez).
	<b>Observaciones</b>
	La situación cambia sustancialmente en seis semanas, el llenado alcanza el 69% al definitivo alcanzado por la variedad.

<b>Etapa 4. Inicio de llenado del tubérculo (4.1-4.5 BBCH)</b>	
<b>Parte Aérea</b>	
	La variedad Yema de Huevo a los 92 dde registra un incremento del aparato fotosintético pasando de un área foliar de 9725.93 a 10130.81 cm <sup>2</sup> con 196 foliolos. El follaje mantiene su color verde característico.
	<b>Parte Subterránea</b>
	La planta en este estado presenta un llenado intermedio de tubérculos. Registra un número de tubérculos de 30 con un peso seco de 127.94 gramos y se presenta un aumento en el número de estolones a 44.
	<b>Observaciones</b>
	Las laminas foliares se mantienen todavía activas fisiológicamente e inician al 76% del ciclo del cultivo, una rápida traslocación de asimilados a los tubérculos. En algunas localidades se observa la presencia de bayas.

<b>Etapa 5. Terminación del llenado del tubérculo (BBCH 4.9)</b>	
<b>Parte Aérea</b>	



La planta de papa de la variedad Yema de Huevo al final de esta etapa de desarrollo sigue presentando un aumento de su área foliar registrando un valor de 13328.72 cm<sup>2</sup>, equivalente a un 100% del máximo alcanzado. A diferencia de las variedades Diacol capiro y Parda Pastusa, el follaje de la variedad Yema de Huevo no presenta proceso de muerte de la parte aérea y permanece verde hasta el momento de la cosecha. Como antes se mencionó la floración está presente hasta el final del ciclo vegetativo.

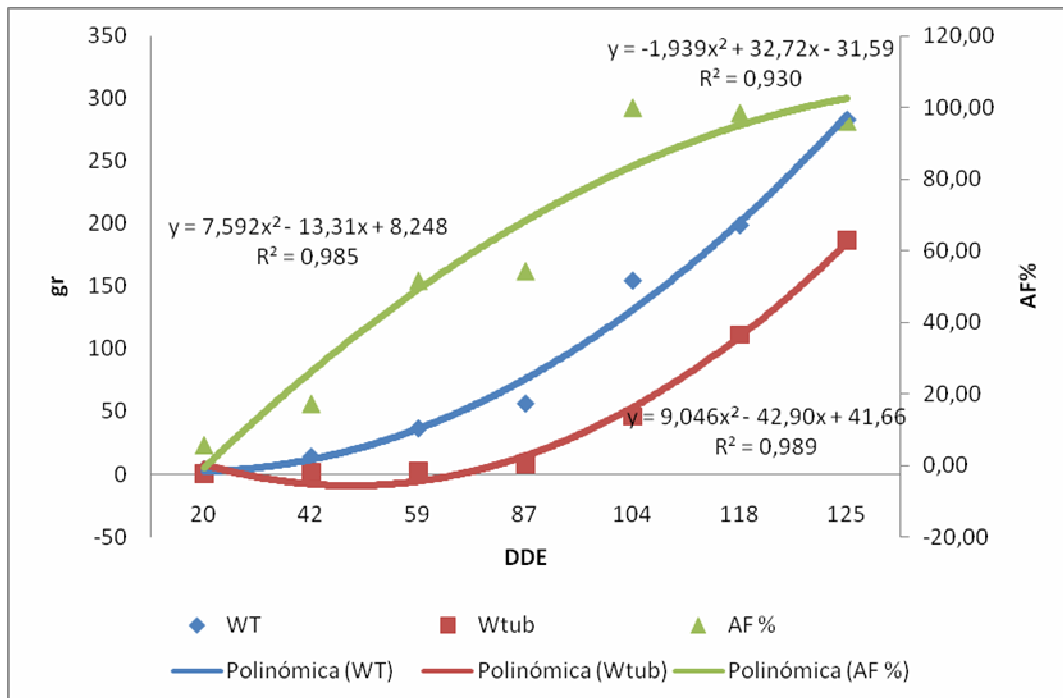
#### Parte Subterránea

La variedad Yema de Huevo presenta una mayor actividad de traslocación en los últimos días de la fase de llenado de tubérculo que las variedades Diacol Capiro y Parda Pastusa; es así que al final del proceso de llenado del tubérculo presenta un peso en tubérculos de 127.94 gramos representado en un promedio de 30 tubérculos .

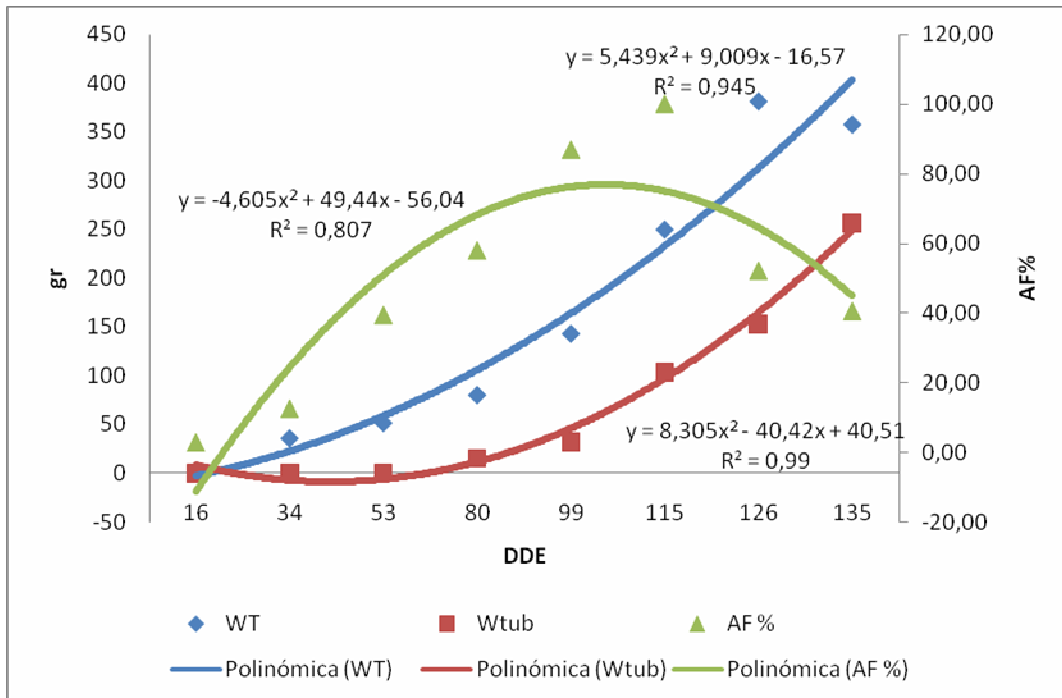
#### Observaciones

La madurez comercial (fijación de la epidermis del tubérculo) de la variedad Yema de Huevo es bastante rápida (de ahí su nombre en vocablo Aymara que significa "precoz") registrándose a los 108 dde; esta variedad presenta el periodo vegetativo más corto en relación a la variedad Diacol Capiro de 125 dde, mientras la más tardía es la variedad Parda Pastusa con 135 dde. Por lo tanto, la época crítica de llenado del tubérculo se presenta en ésta etapa, especialmente 15 días antes de madurez comercial.

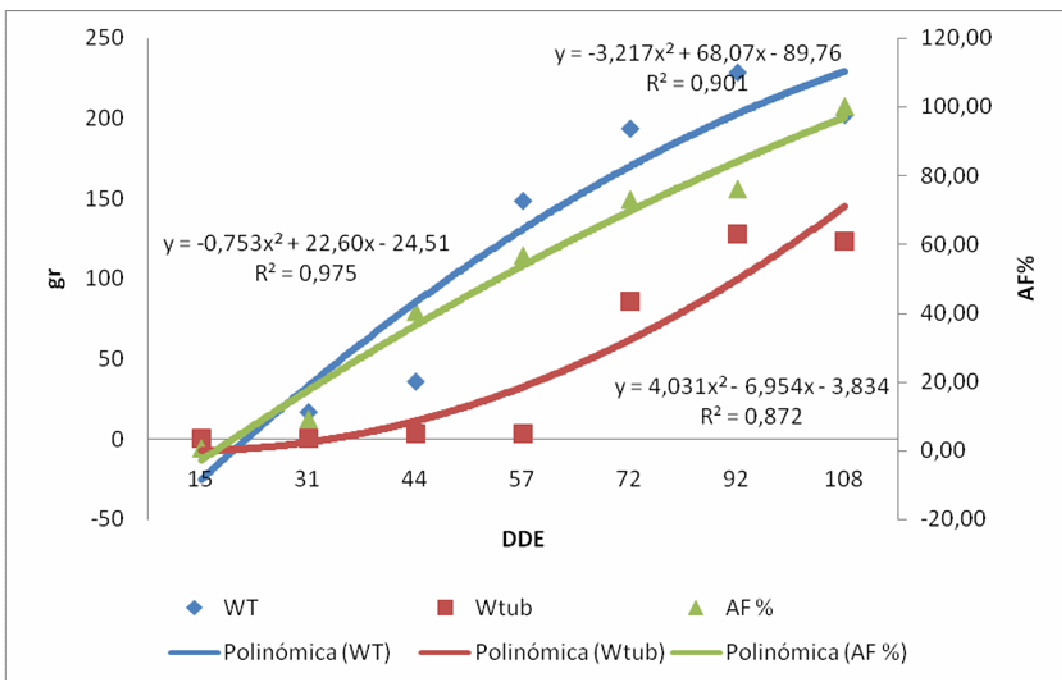
**Figura 4. Comportamiento del área foliar, materia seca del tubérculo y de la planta completa de la variedad Diacol-capiro en Boyacá.**



**Figura 5. Comportamiento del área foliar materia seca del tubérculo y de la planta completa de la variedad Parda pastusa en Boyacá.**





**Figura 6. Comportamiento del área foliar materia seca del tubérculo y de la planta completa de la variedad Yema de Huevo en Boyacá.**




# ESCALAS FENOLOGÍCAS DE LAS VARIEDADES DE PAPA PARDA PASTUSA, DIACOL CAPIRO Y CRIOLLA “YEMA DE HUEVO” EN LA ZONA PRODUCTORA MONTAÑA NARIÑENSE


## ESCALA FENOLOGÍCA CAPIRO


Etapa 1. Desarrollo de Tallos Principales (BBCH 1.9)	
	<b>Parte Aérea</b>
	Las primeras hojas comienzan su desarrollo a partir del crecimiento de los tallos principales los cuales, al comienzo de esta etapa, presentan un crecimiento acelerado. Durante todo el ciclo de evaluación de esta variedad, se presenta en promedio un total de cuatro tallos principales; el área foliar comienza su crecimiento hasta un 17% de la superficie máxima, equivalente a 2055.01 cm <sup>2</sup> .
	<b>Parte Subterránea</b>
	A medida que la parte aérea de la planta presenta un crecimiento acelerado, simultáneamente comienza la diferenciación y el crecimiento de los estolones. Es así como en los primeros 25 días después de la emergencia (dde), esta variedad presenta el mayor número de estolones, con un promedio de 42 por planta. El desarrollo de la planta en esta etapa depende de las reservas presentes en el tubérculo semilla, pues las primeras raíces no han iniciado la toma de nutrientes.
	<b>Observaciones</b>
	En esta etapa de desarrollo el cultivo requiere del manejo de plantas arvenses que compiten por nutrientes agua y luminosidad. Con la desyerba se promueve el rápido desarrollo del cultivo tanto en la parte aérea y subterránea de la planta.

Etapa 2. Formación de tallos secundarios (BBCH 2.9-3.9)	
	<b>Parte Aérea</b>
	Con el crecimiento longitudinal de los brotes axilares o tallos secundarios, se inicia el incremento en el número de foliolos. A los 42 dde del cultivo, se registra un promedio de 44 foliolos y un incremento de la proporción del área foliar hasta 30% del máximo alcanzado para la variedad, con una superficie foliar de 3608.88 cm <sup>2</sup> .
	<b>Parte Subterránea</b>
	La variedad Diacol Capiro se caracteriza por un llenado rápido del gancho del estolón. Es así como en los 42 dde, se presentan en promedio 16 tubérculos, con un peso seco de 20.13 gramos, equivalente a 6% del peso alcanzado por los tubérculos en la etapa de senescencia.
	<b>Observaciones</b>
	La variedad desarrolla un sistema radical activo que toma nutrientes y los utiliza para el rápido crecimiento de estructuras aéreas y subterráneas; el aporque favorece dicha respuesta.


## Etapa 3. Floración. (BBCH 4.9-6.9)


Parte Aérea	
	<p>En este punto se presenta un número promedio de foliolos para la variedad Diacol Capiro (58 por planta) y un desarrollo de área foliar con una superficie de 8870.96 cm<sup>2</sup>. Igualmente, se presentan las primeras flores abiertas, aunque la floración no es muy copiosa como en las variedades Parda Pastusa y Criolla “Yema de Huevo”.</p>
	Parte Subterránea
	<p>Se incrementa sustancialmente el número de tubérculos en esta etapa; en promedio se presentan 21 tubérculos a los 82 dde los cuales se encuentran en una fase intermedia de llenado, alcanzando un peso promedio de 92.23 gramos, es decir, aproximadamente un 25% del peso seco final.</p>
<b>Observaciones</b>	
<p>Con el cierre de calle, la variedad está en su máxima actividad fotosintética y ha definido cerca del 72 % del número total de tubérculos, por consiguiente esta etapa de desarrollo, se considera crítica para la variedad.</p>	


Etapa 4. Formación de bayas (BBCH 7.9-8.9)	
Parte Aérea	
	<p>Se da inicio al desarrollo de los primeros frutos por el ensanchamiento del ovario de la flor. En esta etapa de desarrollo, se presento la máxima área foliar y su capacidad fotosintética, llegando a 12066.90 cm<sup>2</sup>.</p>
	Parte Subterránea
	<p>A los 105 dde, la variedad Diacol Capiro continúa con la formación de estolones e inicia la fase final del llenado del tubérculo. En promedio, se presentan 14 estolones y 26 tubérculos, de los cuales estos últimos alcanzan un peso de 266.23 gramos (cerca al 73% del peso seco final).</p>
<b>Observaciones</b>	
<p>En tres semanas el llenado es cercano al 27%, lo cual indica una traslocación acelerada de asimilados a los tubérculos. En la parte aérea, las hojas bajas inician un amarillamiento que, paulatinamente, abarcará toda la planta</p>	

Etapa 5. Senescencia (BBCH 9.9)	
Parte Aérea	
	<p>Maduración de bayas, amarillamiento (senescencia) de las hojas fotosintéticamente activas y secamiento de los tallos principales. En esta fase de desarrollo, la materia seca acumulada inicialmente en la parte aérea de la planta, es trasladada a los tubérculos.</p>
	Parte Subterránea
	<p>Terminación la fase del llenado del tubérculo. Para esta fase final, los tubérculos alcanzan un peso de 362.93 gramos.</p>
<b>Observaciones</b>	
<p>Posteriormente se presenta la madurez comercial, etapa en la que los tallos se secan completamente alcanzando solo un 8% de la materia seca total de la planta. Los tubérculos han llenado completamente y su piel se fija. La variedad presenta una altísima eficiencia de llenado puesto que el peso de los tubérculos alcanza el 92% del peso total de la planta.</p>	

## ESCALA FENOLÓGICA PARDA-PASTUSA

Etapa 1. Desarrollo de tallos principales (BBCH 1.9)	
	<b>Parte Aérea</b> La variedad Parda Pastusa al inicio de la fase, en promedio presentan tres tallos principales de donde se desprenden los tallos secundarios. El área foliar en el caso de la variedad Parda Pastusa a los 18 dde registra un lento crecimiento (12% de la superficie definitiva), equivalente a 1851.49 cm <sup>2</sup> en 28 foliolos.
	<b>Parte Subterránea</b> Parda Pastusa presenta un crecimiento y desarrollo de los estolones muy lento, registrando a los 18 dde solamente 12 estolones. El desarrollo de la planta en esta fase depende de las reservas presentes en el tubérculo semilla, pues las primeras raíces no han iniciado aún la toma de nutrientes.
	<b>Observaciones</b> En esta etapa de desarrollo el cultivo requiere del manejo de plantas arvenses que compiten por nutrientes agua y luminosidad. Con la desyerba se promueve el rápido desarrollo del cultivo tanto en la parte aérea y subterránea de la planta.

Etapa 2. Formación de tallos secundarios (BBCH 2.9-3.9)	
	<b>Parte Aérea</b> Con el crecimiento y desarrollo de los tallos principales, simultáneamente comienza el crecimiento de los tallos secundarios, lo cual contribuye al incremento en la biomasa de la parte aérea de la planta. En el caso de la variedad Parda Pastusa, se presentan 44 foliolos a los 45 dde del cultivo y el área foliar registra un 28% de una superficie foliar definitiva, con 4385.80 cm <sup>2</sup> . En este punto, la tendencia del crecimiento es de tipo lineal.
	<b>Parte Subterránea</b> En la variedad Parda Pastusa, la formación de estolones sigue siendo lenta; es así como a los 45 dde, el cultivo presenta 19 estolones que aún no muestran señales de diferenciación de tubérculos.
	<b>Observaciones</b> La variedad desarrolla un sistema radical activo que toma nutrientes y los utiliza para el rápido crecimiento de estructuras aéreas pero un lento y reducido desarrollo de estructuras subterráneas. El aporque favorece la expansión de raíces y estolones.

Etapa 3. Floración (BBCH 4.9-6.9)	
	<b>Parte Aérea</b> A partir de la aparición de los primeros botones florales a los 63 dde la variedad Parda Pastusa alcanza su máxima área foliar y número de foliolos hasta los 110 dde, pasando de 7671.25 cm <sup>2</sup> con 50 foliolos a 15722.12 cm <sup>2</sup> con 136 foliolos totalmente desplegados, lo cual indica un rápido crecimiento del aparato fotosintéticamente activo.
	<b>Parte Subterránea</b> La variedad Parda Pastusa presentaron 12 tubérculos y 15 estolones a los 63 dde. En esta etapa de desarrollo, los tubérculos se encuentran en una fase inicial de llenado. Es así como la variedad Parda Pastusa registra un peso seco de tubérculos de 8.66 gramos, es decir, sólo un 7.65% del máximo alcanzado en madurez.
	<b>Observaciones</b> Con el cierre de calle en el cultivo, la variedad está en su máxima actividad fotosintética, pero solo ha definido un 61% del número total de tubérculos con un llenado mínimo.

#### Etapa 4. Formación de bayas (BBCH 7.9-8.9)

##### Parte Aérea



En este punto, la variedad Parda Pastusa comienza a declinar la fotosíntesis, evidenciándose en el amarillamiento de las hojas: El área foliar, llega a 9880.16 cm<sup>2</sup> y se presentan sólo 79 foliolos. En la variedad Parda Pastusa la duración de la floración permite que se observen flores y frutos abundantes al mismo tiempo.

##### Parte Subterránea

La variedad Parda Pastusa en este estado de desarrollo comienza a incrementar el número y peso de tubérculos alcanzando 107.22 gramos en 21 tubérculos (un 95% del peso seco definitivo alcanzado en madurez).

##### Observaciones

Esta fase de desarrollo se considera crítica para la variedad pues se está trasladando la mayor cantidad de asimilados desde la parte aérea hasta el 95% de los tubérculos que se tendrán en la madurez.

#### Etapa 5. Senescencia (BBCH 9.9)

##### Parte Aérea



La variedad Parda Pastusa al final de la madurez fisiológica, presenta una disminución paulatina de su área foliar del 37%, donde las hojas presentan una degradación de su clorofila (amarillamiento) reduciendo consecuentemente su aparato fotosintético; los carbohidratos y demás fotoasimilados que se formaron en los foliolos son enviados a los órganos de almacenamiento: los tubérculos.

##### Parte Subterránea

La variedad Parda Pastusa presenta una gran actividad en la fase final del llenado del tubérculo; al final del proceso registra un peso de 113.19 gramos en 21 tubérculos.

##### Observaciones

El ciclo vegetativo de la variedad Parda Pastusa es más largo pues sólo hasta los 128 dde, alcanza su madurez comercial. La formación de estolones y tubérculos es escalonada, lo que explica la diferencia en tamaños de tubérculos en el momento de la cosecha.

## ESCALA FENOLOGICA CRIOLLA

#### Etapa 1. Desarrollo de tallos principales (BBCH 1.9)

##### Parte Aérea



La variedad a los 24 dde, en promedio presenta cuatro tallos, El área foliar para la papa Criolla variedad Yema de Huevo presenta un superficie de 1411.48 cm<sup>2</sup> equivalente a 8.49% de la superficie final alcanzada por la variedad, representada en 38 foliolos; con respecto a las variedades Diacol Capiro y Parda Pastusa, la variedad Yema de Huevo, registra una menor biomasa en esta fase de desarrollo.

##### Parte Subterránea

La papa Criolla variedad Yema de Huevo en esta fase de desarrollo presenta 19 estolones y 14 tubérculos en la fase de inicio de llenado del gancho del estolón. La variedad se caracteriza por presentar un crecimiento acelerado y simultáneo de formación de estolones y llenado del tubérculo, este comportamiento se registra a los 24 dde, con 0.66 gramos, es decir, un 0.57% del peso final.

##### Observaciones

La formación de estolones y tubérculos es muy temprana, apenas en el 8.49% del periodo, la papa criolla ya presentaba un 38% del potencial de tubérculos aunque con solo 0.57% del peso máximo alcanzado en el momento de la maduración.

## Etapa 2. Formación de tallos secundarios (BBCH 2.9-3.9)

### Parte Aérea



Con relación a esta fase de desarrollo, la planta emplea todas sus reservas y energía para la formación de las estructuras fotosintéticamente activas. La papa Criolla variedad Yema de Huevo a los 39 dde del cultivo presenta en promedio 59 foliolos con un área asimilatoria (o fotosintética) de 3087.64 cm<sup>2</sup> equivalente a un 18.57% del máximo alcanzado por la planta.

### Parte Subterránea

En la papa Criolla variedad Yema de Huevo como se mencionó anteriormente, la formación de estolones y el llenado del gancho del estolón son procesos muy rápidos; es así como a los 39 dde del cultivo, presenta 17 estolones y 22 tubérculos.

### Observaciones

A pesar que la variedad Yema de Huevo en su tercera parte del ciclo, ha definido el 59% del número de tubérculos, estos no comienzan su llenado, pues apenas se cuenta con un 18.57% del máximo de área foliar.

## Etapa 3. Floración (5.9 BBCH)

### Parte Aérea



La papa Criolla variedad Yema de Huevo se caracteriza por presentar una floración profusa y temprana; a los 54 dde ya aparecen botones florales y las primeras flores y continúa este proceso durante todo su ciclo hasta la cosecha. En este punto, 70 dde presenta un área foliar de 6607.41 cm<sup>2</sup>, es decir, un 40% de la máxima superficie foliar con 81 foliolos.

### Parte Subterránea

La planta de papa Criolla variedad Yema de Huevo a los 70 dde registra la formación de 18 estolones y 35 tubérculos en un estado de llenado inicial a intermedio del tubérculo (cercano al 95% del total alcanzado en la madurez).

### Observaciones

La situación no cambia sustancialmente en seis semanas, pues el llenado no alcanza el 15% al definitivo alcanzado por la variedad.

## Etapa 4. Inicio de llenado del tubérculo (4.1-4.5 BBCH)

### Parte Aérea



La variedad Yema de Huevo a los 84 dde registra un incremento del aparato fotosintético pasando de un área foliar de 6607.41 a 13927.79 cm<sup>2</sup> con 128 foliolos. El follaje mantiene su color verde característico.

### Parte Subterránea

La planta en este estado presenta un llenado intermedio de tubérculos. Registra el mayor número de tubérculos 37 con un peso seco de 56.28 gramos .

### Observaciones

Las laminas foliares se mantienen todavía activas fisiológicamente e inician al 84% del ciclo del cultivo, una rápida traslocación de asimilados a los tubérculos.

### Etapa 5. Terminación del llenado del tubérculo (BBCH 4.9)

#### Parte Aérea



La planta de papa de la variedad Yema de Huevo al final de esta etapa de desarrollo sigue presentando un incremento de su área foliar registrando un valor de 16621.15 cm<sup>2</sup>, equivalente al 100% del máximo alcanzado en esta fase. A diferencia de las variedades Diacol capiro y Parda Pastusa, el follaje de la variedad Yema de Huevo no presenta proceso de muerte de la parte aérea y permanece verde hasta el momento de la cosecha; la evidencia de la traslocación es la disminución del peso seco de las estructuras áreas adicionalmente como antes se mencionó la floración está presente hasta el final del ciclo vegetativo.

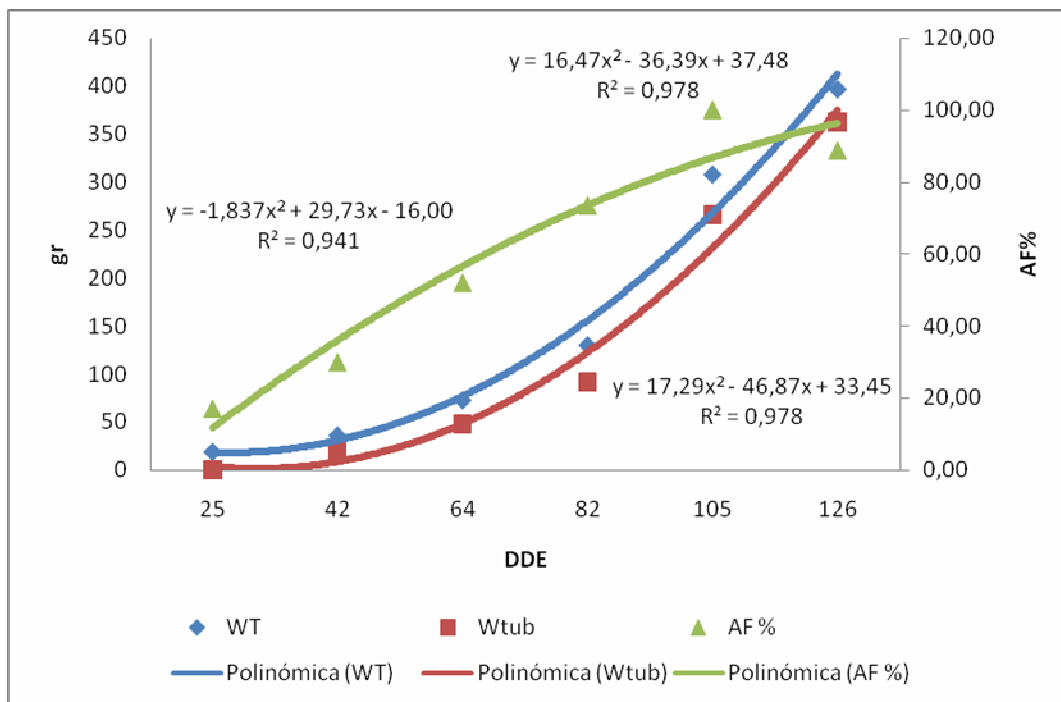
#### Parte Subterránea

La variedad Yema de Huevo presenta una mayor actividad de traslocación en los últimos días de la fase de llenado de tubérculo que las variedades Diacol Capiro y Parda Pastusa; es así que al final del proceso de llenado del tubérculo presenta un peso en tubérculos de 114.29 gramos representado en un promedio de 37 tubérculos.

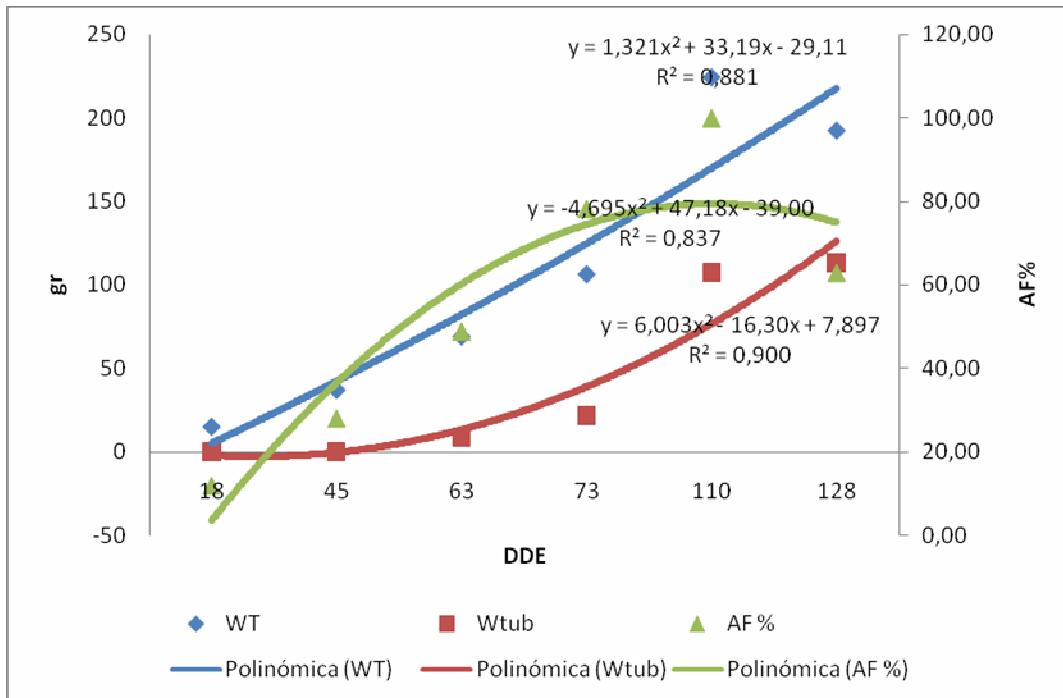
#### Observaciones

La madurez comercial (fijación de la epidermis del tubérculo) de la variedad Yema de Huevo es bastante rápida (de ahí su nombre en vocablo Aymara que significa "precoz") registrándose a los 120 dde; esta variedad presenta el periodo vegetativo más corto en relación a la variedad Diacol Capiro de 126 dde, mientras la más tardía es la variedad Parda Pastusa con 128 dde. Por lo tanto, la época crítica de llenado del tubérculo se presenta en ésta etapa, especialmente 15 días antes de madurez comercial.

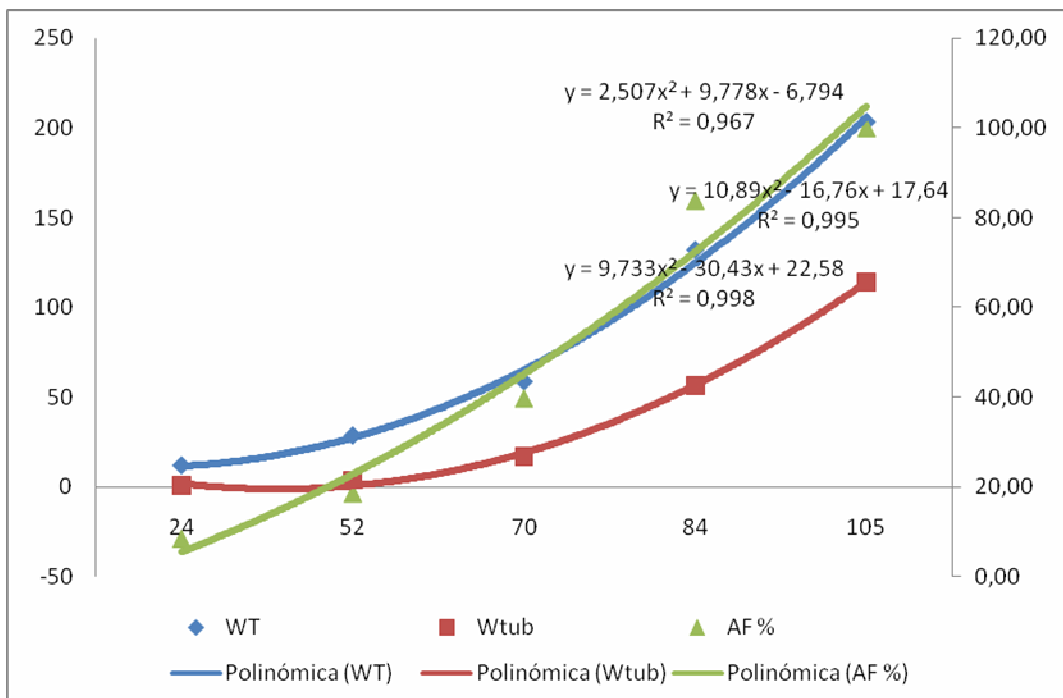
**Figura 7. Comportamiento del área foliar, materia seca del tubérculo y de la planta completa de la variedad Diacol-capiro en Nariño.**



**Figura 8. Comportamiento del área foliar materia seca del tubérculo y de la planta completa de la variedad Parda pastusa en Nariño.**





**Figura 9. Comportamiento del área foliar materia seca del tubérculo y de la planta completa de la variedad Yema de Huevo en Nariño.**



# ESCALAS FENOLOGÍCAS DE LAS VARIEDADES DE PAPA DIACOL CAPIRO, ICA PURACE Y CRIOLLA EN LAS ZONA PRODUCTORA MONTAÑA ANTIOQUEÑA

## ESCALA FENOLOGÍCA CAPIRO

Etapa 1. Desarrollo de Tallos Principales (BBCH 1.9)	
<b>Parte Aérea</b>	
	Las primeras hojas comienzan su desarrollo a partir del crecimiento de los tallos principales los cuales, al comienzo de esta etapa, presentan un crecimiento acelerado. Durante todo el ciclo de evaluación de esta variedad, se presenta en promedio un total de tres tallos principales; el área foliar comienza su crecimiento hasta un 5% de la superficie máxima, equivalente a 627.34 cm <sup>2</sup> .
	<b>Parte Subterránea</b>
	A medida que la parte aérea de la planta presenta un crecimiento acelerado, simultáneamente comienza la diferenciación y el crecimiento de los estolones. Es así como en los primeros 32 días después de la emergencia (dde), esta variedad presenta un número de estolones, con un promedio de 9 por planta. El desarrollo de la planta en esta etapa depende de las reservas presentes en el tubérculo semilla, pues las primeras raíces no han iniciado la toma de nutrientes.
<b>Observaciones</b>	
En esta etapa de desarrollo el cultivo requiere del manejo de plantas arvenses que compiten por nutrientes agua y luminosidad. Con la desyerba se promueve el rápido desarrollo del cultivo tanto en la parte aérea y subterránea de la planta.	

Etapa 2. Formación de tallos secundarios (BBCH 2.9-3.9)	
<b>Parte Aérea</b>	
	Con el crecimiento longitudinal de los brotes axilares o tallos secundarios, se inicia el incremento en el número de foliolos. A los 60 dde del cultivo, se registra un promedio de 74 foliolos y un incremento de la proporción del área foliar hasta 43% del máximo alcanzado para la variedad, con una superficie foliar de 5496.75 cm <sup>2</sup> .
	<b>Parte Subterránea</b>
	La variedad Diacol Capiro se caracteriza por un llenado rápido del gancho del estolón. Es así como en los 60 dde, se presentan en promedio 14 tubérculos, con un peso seco de 4.05 gramos, equivalente a 3% del peso alcanzado por los tubérculos en la etapa de senescencia.
<b>Observaciones</b>	
La variedad desarrolla un sistema radical activo que toma nutrientes y los utiliza para el rápido crecimiento de estructuras aéreas y subterráneas; el aporque favorece dicha respuesta.	

### Etapa 3. Floración. (BBCH 4.9-6.9)

#### Parte Aérea



En este punto se presenta el mayor número promedio de foliolos para la variedad Diacol Capiro (80 por planta) y el desarrollo máximo del área foliar con una superficie de 12813.37 cm<sup>2</sup>. Igualmente, se presentan las primeras flores abiertas, aunque la floración no es muy copiosa como en las variedades Parda Pastusa y Criolla "Yema de Huevo".

#### Parte Subterránea

Se incrementa sustancialmente el número de tubérculos en esta etapa; en promedio se presentan 12 tubérculos a los 88 dde los cuales se encuentran en una fase intermedia de llenado, alcanzando un peso promedio de 60.78 gramos, es decir, aproximadamente un 44% del peso seco final.

#### Observaciones

Con el cierre de calle, la variedad está en su máxima actividad fotosintética y ha definido cerca del 63 % del número total de tubérculos, por consiguiente esta etapa de desarrollo, se considera crítica para la variedad.

### Etapa 4. Formación de bayas (BBCH 7.9-8.9)

#### Parte Aérea



Se da inicio al desarrollo de los primeros frutos por el ensanchamiento del ovario de la flor. En esta etapa de desarrollo, comienza a declinar el área foliar y su capacidad fotosintética, llegando a 10285.29 cm<sup>2</sup>.

#### Parte Subterránea

A los 102 dde, la variedad Diacol Capiro continúa con la formación de estolones e inicia la fase final del llenado del tubérculo. En promedio, se presentan 7 estolones y 12 tubérculos, de los cuales estos últimos alcanzan un peso de 77.46 gramos (cerca al 56% del peso seco final).

#### Observaciones

En tres semanas el llenado es cercano al 44%, lo cual indica una traslocación acelerada de asimilados a los tubérculos. En la parte aérea, las hojas bajas inician un amarillamiento que, paulatinamente, abarcará toda la planta

### Etapa 5. Senescencia (BBCH 9.9)

#### Parte Aérea



Maduración de bayas, amarillamiento (senescencia) de las hojas fotosintéticamente activas y secamiento de los tallos principales. En esta fase de desarrollo, la materia seca acumulada inicialmente en la parte aérea de la planta, es traslocada a los tubérculos.


#### Parte Subterránea

Terminación la fase del llenado del tubérculo. Para esta fase final, los tubérculos alcanzan un peso de 138.61 gramos.


#### Observaciones

Posteriormente se presenta la madurez comercial, etapa en la que los tallos se secan completamente alcanzando solo un 23% de la materia seca total de la planta. Los tubérculos han llenado completamente y su piel se fija. La variedad presenta una altísima eficiencia de llenado puesto que el peso de los tubérculos alcanza el 77% del peso total de la planta.


## ESCALA FENOLÓGICA ICA-PURACE

Etapa 1. Desarrollo de tallos principales (BBCH 1.9)	
	<b>Parte Aérea</b>
	La variedad ICA-Purace al inicio de la fase, en promedio presentan tres tallos principales de donde se desprenden los tallos secundarios. El área foliar en el caso de la variedad ICA-Purace a los 32 dde registra un lento crecimiento (9.33% de la superficie definitiva), equivalente a 1224.63 cm <sup>2</sup> en 37 foliolos.
	<b>Parte Subterránea</b>
	ICA-Purace Pastusa presenta un crecimiento y desarrollo de los estolones muy lento, registrando a los 32 dde solamente 19 estolones. El desarrollo de la planta en esta fase depende de las reservas presentes en el tubérculo semilla, pues las primeras raíces no han iniciado aún la toma de nutrientes.
	<b>Observaciones</b>
	En esta etapa de desarrollo el cultivo requiere del manejo de plantas arvenses que compiten por nutrientes agua y luminosidad. Con la desyerba se promueve el rápido desarrollo del cultivo tanto en la parte aérea y subterránea de la planta.

Etapa 2. Formación de tallos secundarios (BBCH 2.9-3.9)	
	<b>Parte Aérea</b>
	Con el crecimiento y desarrollo de los tallos principales, simultáneamente comienza el crecimiento de los tallos secundarios, lo cual contribuye al incremento en la biomasa de la parte aérea de la planta. En el caso de la variedad ICA-Purace, se presentan 70 foliolos a los 46 dde del cultivo y el área foliar registra un 47% de una superficie foliar definitiva, con 6217.13 cm <sup>2</sup> . En este punto, la tendencia del crecimiento es de tipo lineal.
	<b>Parte Subterránea</b>
	En la variedad ICA-Purace, la formación de estolones es rápida; es así como a los 46 dde, el cultivo presenta 38 estolones y 10 tubérculos equivalentes al 53% del número total de tubérculos formados al final del proceso.
	<b>Observaciones</b>
	La variedad desarrolla un sistema radical activo que toma nutrientes y los utiliza para el rápido crecimiento de estructuras aéreas pero un lento y reducido desarrollo de estructuras subterráneas. El aporque favorece la expansión de raíces y estolones.

Etapa 3. Floración (BBCH 4.9-6.9)	
	<b>Parte Aérea</b>
	A partir de la aparición de los primeros botones florales a los 60 dde la variedad ICA-Purace alcanza su máxima área foliar y número de foliolos, pasando de 6217.13 cm <sup>2</sup> con 70 foliolos a 13121.24 cm <sup>2</sup> con el mismo número de foliolos 70 totalmente desplegados, lo cual indica un rápido crecimiento del aparato fotosintéticamente activo.
	<b>Parte Subterránea</b>
	La variedad ICA-Purace presentaron 10 tubérculos y 38 estolones a los 60 dde. En esta etapa de desarrollo, los tubérculos se encuentran en una fase inicial de llenado. Es así como la variedad ICA-Purace registra un peso seco de tubérculos de 26.02 gramos, es decir, un 10% del máximo alcanzado en madurez.
	<b>Observaciones</b>
	Con el cierre de calle en el cultivo, la variedad está en su máxima actividad fotosintética, pero solo ha definido un 61% del número total de tubérculos con un llenado mínimo.

#### Etapa 4. Formación de bayas (BBCH 7.9-8.9)

##### Parte Aérea



En este punto, la variedad ICA-Purace comienza a declinar la fotosíntesis, evidenciándose en el amarillamiento de las hojas: El área foliar, llega a 11886.74 cm<sup>2</sup> y se presentan sólo 69 foliolos. En la variedad ICA-Purace la floración fue escasa.

##### Parte Subterránea

La variedad ICA-Purace en este estado de desarrollo comienza a incrementar el número y peso de tubérculos alcanzando 56.26 gramos en 11 tubérculos (un 21% del peso seco definitivo alcanzado en madurez). Esta es una fase intermedia de llenado del tubérculo.

##### Observaciones

Esta fase de desarrollo se considera crítica para la variedad pues se está trasladando la mayor cantidad de asimilados desde la parte aérea hasta el 50% de los tubérculos que se tendrán en la madurez.

#### Etapa 5. Senescencia (BBCH 9.9)

##### Parte Aérea



La variedad Parda Pastusa al final de la madurez fisiológica, presenta una disminución drástica de su área foliar del 70%, donde las hojas presentan una degradación de su clorofila (amarillamiento) reduciendo consecuentemente su aparato fotosintético; los carbohidratos y demás fotoasimilados que se formaron en los foliolos son enviados a los órganos de almacenamiento: los tubérculos.

##### Parte Subterránea

La variedad ICA-Purace presenta una gran actividad en la fase final del llenado del tubérculo; al final del proceso registra un peso de 270.58 gramos en 19 tubérculos.

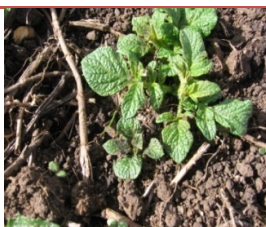
##### Observaciones

El ciclo vegetativo de la variedad ICA-Purace es corto pues a los 117 dde, alcanza su madurez comercial. La formación de estolones y tubérculos es simultánea y rápida, lo que explica un llenado de tubérculos en muy corto tiempo.

## ESCALA FENOLOGICA CRIOLLA

#### Etapa 1. Desarrollo de tallos principales (BBCH 1.9)

##### Parte Aérea



La variedad a los 32 dde, en promedio presenta tres tallos, El área foliar para la papa Criolla variedad Yema de Huevo presenta un superficie de 642.88 cm<sup>2</sup> equivalente a 6.35% de la superficie final alcanzada por la variedad, representada en 32 foliolos; con respecto a las variedad ICA-Purace, la variedad Yema de Huevo, registra una menor biomasa en esta fase de desarrollo.

##### Parte Subterránea

La papa Criolla variedad Yema de Huevo en esta fase de desarrollo presenta 4 estolones en la fase de inicio de llenado del gancho del estolón. La variedad se caracteriza por presentar un crecimiento acelerado de formación de estolones, este comportamiento se registra a los 32 dde.

##### Observaciones

La formación de estolones es muy temprana en la variedad Yema de Huevo, lo cual nos indica que estas estructuras están listas para la iniciación del llenado del gancho del estolón dando origen más adelante a la formación del tubérculo.

#### Etapa 2. Formación de tallos secundarios (BBCH 2.9-3.9)

##### Parte Aérea



Con relación a esta fase de desarrollo, la planta emplea todas sus reservas y energía para la formación de las estructuras fotosintéticamente activas. La papa Criolla variedad Yema de Huevo a los 46 dde del cultivo presenta en promedio 70 foliolos con un área asimilatoria (o fotosintética) de 4192.58 cm<sup>2</sup> equivalente a un 41.38% del máximo alcanzado por la planta.

#### Parte Subterránea

En la papa Criolla variedad Yema de Huevo como se mencionó anteriormente, la formación de estolones y el llenado del gancho del estolón son procesos muy rápidos; es así como a los 46 dde del cultivo, presenta 29 estolones y 13 tubérculos.

#### Observaciones

A pesar que la variedad Yema de Huevo en su tercera parte del ciclo, ha definido el 56% del número de tubérculos, estos no comienzan su llenado, pues apenas se cuenta con un 41.38% del máximo de área foliar.

### Etapa 3. Floración (5.9 BBCH)

#### Parte Aérea



La papa Criolla variedad Yema de Huevo se caracteriza por presentar una floración profusa y temprana; a los 60 dde ya aparecen botones florales y las primeras flores y continúa este proceso durante todo su ciclo hasta la cosecha. En este punto, 74 dde presenta la máxima superficie foliar de 10130.15 cm<sup>2</sup>, con 97 foliolos.

#### Parte Subterránea

La planta de papa Criolla variedad Yema de Huevo a los 74 dde registra la formación de 8 estolones y 21 tubérculos en un estado de llenado inicial a intermedio del tubérculo (cercano al 38% del total alcanzado en la madurez).

#### Observaciones

La situación de la variedad Yema de Huevo en seis semanas, el llenado alcanza el 38% al definitivo alcanzado por la variedad.

### Etapa 4. Inicio de llenado del tubérculo (4.1-4.5 BBCH)

#### Parte Aérea



La variedad Yema de Huevo a los 88 dde registra una drástica disminución del aparato fotosintético pasando de un área foliar máxima de 10130.15 a 8612.63 cm<sup>2</sup> con 81 foliolos. El follaje mantiene su color verde característico.

#### Parte Subterránea

La planta en este estado presenta un llenado intermedio de tubérculos. Registra el mayor número de tubérculos 23 con un peso seco de 73.23 gramos y se presenta una disminución en el número de estolones a 7.

#### Observaciones

Las laminas foliares se mantienen todavía activas fisiológicamente e inician una rápida traslocación de asimilados a los tubérculos alcanzando un 57% de llenado del tubérculo con relación al peso final del tubérculo.

### Etapa 5. Terminación del llenado del tubérculo (BBCH 4.9)

#### Parte Aérea



La planta de papa de la variedad Yema de Huevo al final de esta etapa de desarrollo sigue presentando una disminución de su área foliar registrando un valor de 3208.78 cm<sup>2</sup>, equivalente a un 32% del máximo alcanzado en la fase anterior. A diferencia de las variedades Diacol capiro y ICA-Purace, el follaje de la variedad Yema de Huevo no presenta proceso de muerte de la parte aérea y permanece verde hasta el momento de la cosecha; la evidencia de la traslocación es la disminución del peso seco de las estructuras áreas adicionalmente como antes se mencionó la floración está presente hasta el final del ciclo vegetativo.

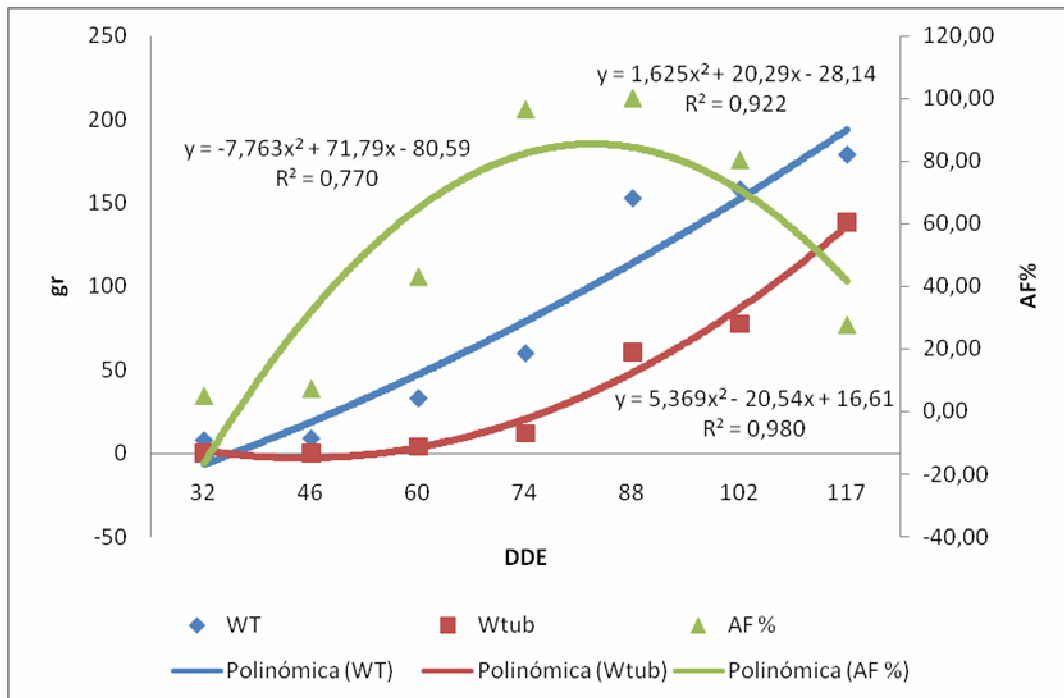
**Parte Subterránea**

La variedad Yema de Huevo presenta una mayor actividad de traslocación en los últimos días de la fase de llenado de tubérculo que las variedades Diacol Capiro e ICA-Purace; es así que al final del proceso de llenado del tubérculo presenta un peso en tubérculos de 128.77 gramos representado en un promedio de 23 tubérculos .

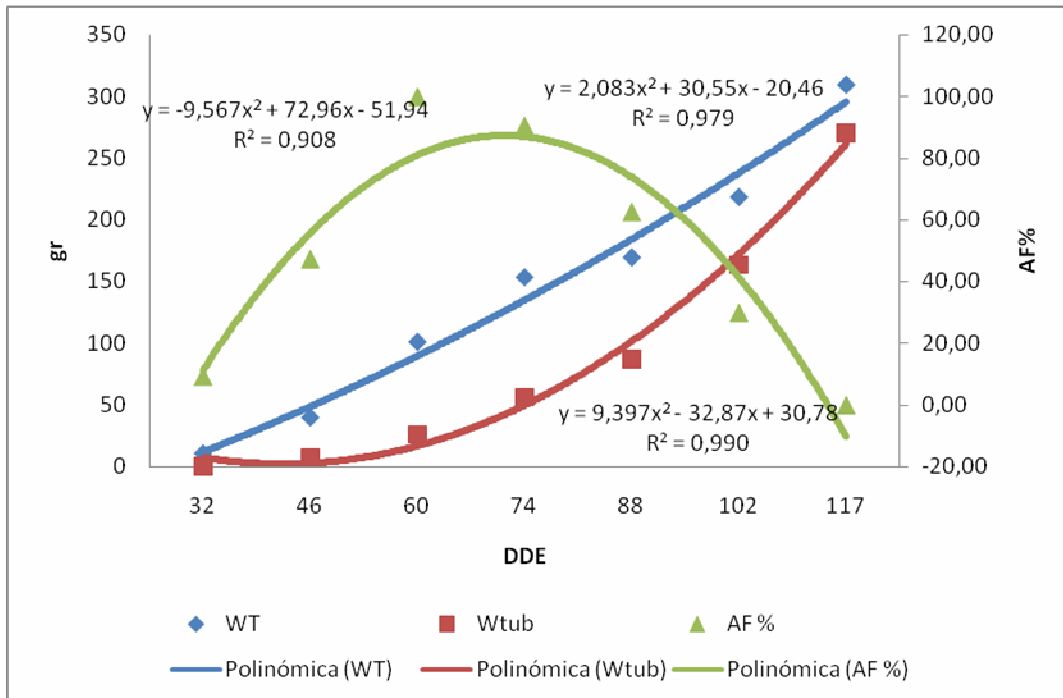
**Observaciones**

La madurez comercial (fijación de la epidermis del tubérculo) de la variedad Yema de Huevo es bastante rápida (de ahí su nombre en vocablo Aymara que significa "precoz") registrándose a los 117 dde; Por lo tanto, la época crítica de llenado del tubérculo se presenta en ésta etapa, especialmente 15 días antes de madurez comercial.

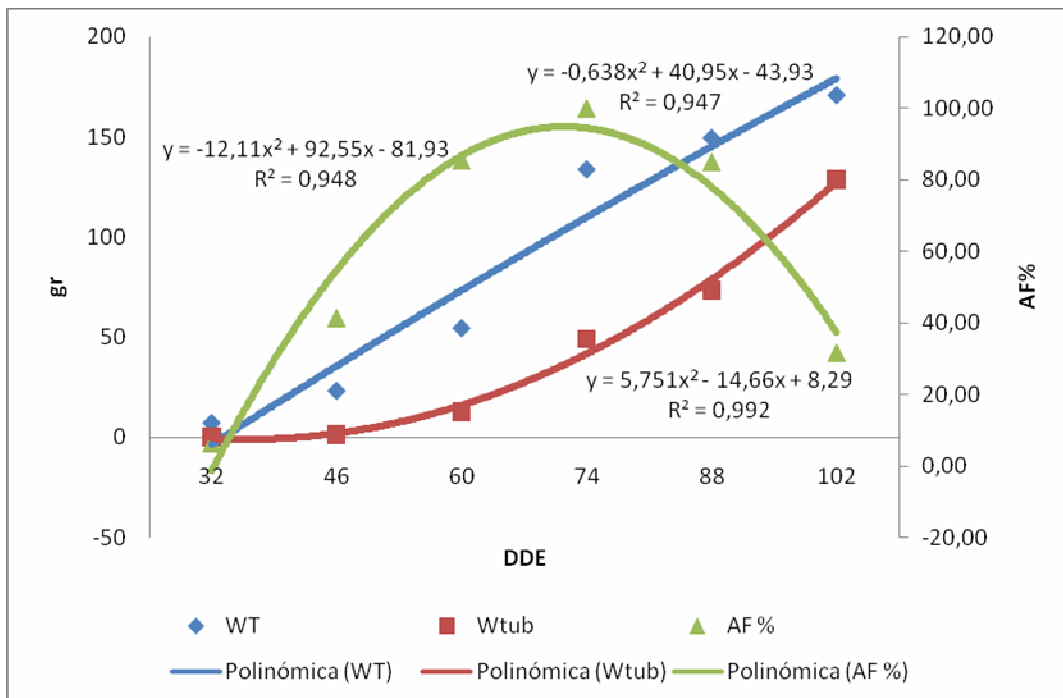
**Figura 10. Comportamiento del área foliar, materia seca del tubérculo y de la planta completa de la variedad Diacol-capiro en Antioquia.**



**Figura 12. Comportamiento del área foliar materia seca del tubérculo y de la planta completa de la variedad Puracé en Antioquia.**



**Figura 9. Comportamiento del área foliar materia seca del tubérculo y de la planta completa de la variedad Yema de Huevo en Antioquia.**



**RECOMENDACIONES DE MANEJO AGRONÓMICO**

1. El manejo agronómico del cultivo de papa, debe estar ligado a los cambios ocurridos en crecimiento y desarrollo de cada variedad. Por lo tanto, las labores propias efectuadas por el agricultor pueden llegar a generar respuestas diversas en calidad y rendimiento. A manera de ejemplo, labores tardías de desyerba y aporque, pueden llegar a afectar negativamente la diferenciación y el crecimiento de los estolones, especialmente en variedades de tuberización extendida.
2. Un ajuste adecuado de distancias de siembra debe contemplar la arquitectura de la planta y el tipo de tuberización en cada variedad. En Diacol Capiro con destino al procesamiento en bastones, se prefieren amplias distancias de siembra; en contraste para producción de semilla, se prefieren distancias más cortas entre surcos y entre sitios. En cualquier caso la fertilización debe ser por sitio de siembra y no por unidad de área
3. Las labores de aporque adecuado tienden a mejorar la formación de tubérculos, cuando la planta encuentra mayor volumen de suelo a explorar. A manera de ejemplo, cuando la labor de aporque es deficiente, se promueve la aparición de tallos aéreos secundarios improductivos (tallos ciegos) en detrimento de la formación de tubérculos. Adicionalmente, cuando se forman tubérculos, ellos quedan parcialmente cubiertos y se verdean por exposición a la luz.
4. El conocimiento de las fases fisiológicas y su normal desarrollo, permiten un pronóstico más acertado de rendimiento. Eventos como la disminución en el número de tallos principales, floración prematura, bajo vigor de la planta o senescencia prematura, se constituyen en un claro indicio de reducción de la producción. Así mismo, una buena cobertura del área foliar, un desarrollo aéreo normal y una madurez adecuada, permitirá predecir un buen rendimiento.
5. El inicio de tuberización y llenado de tubérculo, se constituyen en los principales eventos fisiológicos que permiten tomar decisiones sobre la aplicación de medidas de control para plagas que afectan el tubérculo en condiciones de campo. A manera de ejemplo, aplicaciones tempranas de insecticidas de forma preventiva no son necesarias para casos como Polilla Guatemalteca de la Papa o el Complejo Chisas.
6. Las prácticas de corte de rama (eliminación mecánica de la parte aérea de la planta) o desecación del follaje con herbicida, en las variedades Parda Pastusa y Diacol Capiro, no son convenientes por interrumpir el normal llenado de tubérculo y comprometer en cerca del 20% la producción cuando se realizar en la fase 4 de crecimiento.
7. Pérdidas tempranas de área foliar, en fases como emergencia de plantas y desarrollo de tallos secundarios, no provocan un efecto negativo en producción pues la planta puede llegar a recuperar área foliar de forma adecuada, en condiciones normales de cultivo.
8. Todas aquellas prácticas dirigidas a promover el desarrollo aéreo de la planta, cuando se han presentado pérdidas por heladas, ataques de plagas o enfermedades, son válidas para recuperar el potencial de llenado de los tubérculos. Sin embargo, en

épocas tardías de posfloración los efectos son mucho menos efectivos en razón a que la planta presenta plena actividad de llenado.

9. Aplicaciones de productos hormonales que promueven un rápido desarrollo de estructuras vegetativas, deben ser manejadas con el debido cuidado para no inducir desbalance en la planta y causar efectos negativos en el llenado de tubérculos.

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

1. 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.
2. Es evidente que el efecto del ambiente sobre las tres variedades, traen como consecuencia respuestas diferenciales en precocidad, acumulación de materia seca y, calidad de tubérculo, entre otros aspectos. Por lo tanto, es necesario verificar la condición ideal de adaptación de cada variedad y los efectos que se deriven por el ambiente donde se desarrolla el cultivo.
3. Con los resultados de la investigación realizada queda evidenciado que las tres variedades de papa crecen y se desarrollan de manera particular. La fase en la suceden los cambios en las plantas, es un aspecto para tener en cuenta para la programación de actividades, en especial para el manejo fitosanitario, fertilización balanceada y la época de ejecución de labores culturales, entre otros aspectos.
4. Existen épocas críticas del cultivo en cada variedad donde no se pueden permitir daños en la parte aérea de la planta cuando se presenta la mayor área foliar activa, pues se podrían presentar alteraciones en la cantidad de tubérculos producidos y su llenado.
5. Las fases críticas por variedad encontradas en la localidad de Zipaquirá son: En la variedad Diacol Capiro la Fase 4, en la variedad Parda Pastusa la Fase 5 y, en papa criolla variedad Yema de Huevo, la Fase 5.
6. No existe una clara correlación entre el tamaño de la biomasa (aparato fotosintético) caso variedades Parda Pastusa y Criolla con respecto a la producción (número y peso) de los tubérculo u órganos de almacenamiento. La variedad Diacol Capiro, utilizada normalmente por la industria de proceso, presenta el mayor potencial productivo aun cuando su parte aérea es pequeña.
7. Las escalas internacionales de papa no se ajustan a nuestra variedades del tipo andígena o la especie phureja. Por lo tanto, este tipo de estudios de orden local, por zona productora en varios ambientes, permite identificar esta diferencias con papa de otras latitudes.