

Evaluación de la relación entre el crecimiento del área foliar y del fruto del duraznero (*Prunus persica* (L) Batsch) variedad Jarillo, durante un ciclo de producción en la provincia de Pamplona.

Alba Milena Pacheco Villamizar

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
INGENIERÍA AGRONÓMICA
PAMPLONA
2015

**EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE EL CRECIMIENTO DEL
ÁREA FOLIAR Y DEL FRUTO DEL DURAZNERO (*P. persica* (L) Batsch)
VARIEDAD JARILLO, DURANTE UN CICLO DE PRODUCCIÓN EN LA
PROVINCIA DE PAMPLONA**

Alba Milena Pacheco Villamizar
Cód.: 1094264742

Proyecto presentado como requisito para obtener el título de ingeniero agrónomo

DIRECTOR
Enrique Quevedo García
MSc Ciencias agrarias área de fisiología de cultivos

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
INGENIERÍA AGRONÓMICA
PAMPLONA
2015

Tabla de contenido

Capítulo 1-----	1
Introducción-----	1
1. Problema-----	3
1.1. Planteamiento y descripción del problema-----	3
2. Justificación-----	5
3. Delimitación-----	7
4. Objetivos-----	8
4.1. Objetivo general-----	8
4.2. Objetivos específicos-----	8
Capítulo 2-----	9
5. Marco de referencia-----	9
5.1. Antecedentes-----	9
5.2. Marco contextual-----	12
5.3. Marco teórico-----	15
5.3.1. La variedad Jarillo-----	15
5.3.2. Tipificación de fincas con cultivos de duraznero en Norte de Santander-----	16
5.3.3. Ecofisiología-----	16
5.3.4. Manejo del cultivo-----	17
5.3.5. Escala BBCH en duraznero (<i>P. persica</i> (L) Batsch) variedad Jarillo-----	18
5.3.5.1. Estadio principal 0. Desarrollo de las yemas-----	18
5.3.5.2. Estadio principal 1. Desarrollo de las hojas-----	19
5.3.5.3. Estadio principal 3. Crecimiento longitudinal de los brotes terminales-----	19
5.3.5.4. Estadio principal 5. Aparición del órgano floral-----	21
5.3.5.5. Estadio principal 6. Floración-----	21
5.3.5.6. Estadio principal 7. Formación del fruto-----	22
5.3.5.7. Estadio principal 8. Maduración del fruto-----	22
5.3.5.8. Estadio principal 9. Senescencia y comienzo del reposo vegetativo-----	23
5.3.6. Índices de eficiencia fisiológica-----	24
5.3.6.1. Tasa de absoluta de crecimiento (TAC)-----	24
5.3.6.2. Tasa relativa de crecimiento (TRC)-----	24
5.3.6.3. Tasa de asimilación neta (TAN)-----	25
5.3.6.4. Índice de área foliar (IAF)-----	25
5.3.6.5. Duración de área foliar (DAF)-----	25

5.3.6.6. Área foliar específica (AFE)-----	25
5. 4. Marco legal-----	25
Capítulo 3-----	27
6. Metodología-----	27
6.1. Diseño metodológico-----	27
6.1.1. Comportamiento del crecimiento vegetativo del duraznero Variedad Jarillo-----	27
6.1.2. Análisis del crecimiento-----	28
6.1.3. Determinación de los grados día calor (GDC)-----	29
6.1.4. Variables edafoclimáticas-----	30
6.1.5. Índice de área foliar y materia seca del árbol-----	30
6.1.6. Modelos experimentales para analizar el crecimiento-----	30
Capítulo 4-----	32
7. Resultados y discusión-----	32
7.1. Prueba de Bonferroni para las tres localidades-----	32
7.2. Correlación de Pearson para las variables asociadas a la hoja y el fruto-----	37
7.3. Análisis de crecimiento clásico para las tres localidades-----	40
7.4. Grados días calor y duración de las etapas fenológicas en las localidades-----	52
7.5. Modelos de regresión para las variables asociadas a la hoja y el fruto-----	59
8. Conclusiones-----	69
9. Recomendaciones-----	70
10. Referencias bibliográficas-----	71
11. Anexos-----	77

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Establecimiento de las fincas por municipio en la provincia de Pamplona, Norte de Santander</i> -----	15
Tabla 2. <i>Resumen de Anavas y prueba de Bonferroni para las variables asociadas a la hoja y el fruto del duraznero</i> -----	32
Tabla 3. <i>Correlación de las variables morfofisiológicas determinadas en el estudio para los tres rangos localidades</i> -----	38
Tabla 4. <i>Escala fenológica BBCH, finca Las Delicias, municipio de Pamplona</i> -----	52
Tabla 5. <i>Escala fenológica BBCH, finca El Recuerdo, municipio de Chitagá</i> -----	54
Tabla 6. <i>Escala fenológica BBCH, finca Buenavista, municipio de Pamplonita</i> -----	56
Tabla 7. <i>R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el largo del limbo</i> -----	59
Tabla 8. <i>R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el ancho del limbo</i> -----	60
Tabla 9. <i>R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el producto de largo por ancho del limbo</i> -----	61
Tabla 10. <i>R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el área del limbo</i> -----	62
Tabla 11. <i>R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el peso seco del limbo</i> -----	63
Tabla 12. <i>R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el diámetro ecuatorial</i> -----	64
Tabla 13. <i>R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el diámetro longitudinal</i> -----	65
Tabla 14. <i>R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el peso seco del fruto</i> -----	66
Tabla 15. <i>R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el índice de área foliar</i> -----	67
Tabla 16. <i>R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar la materia seca del árbol</i> -----	68

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Yema foliar. Estadio principal 0. Desarrollo de las yemas-----	18
<i>Figura 2.</i> Estadio principal 1. Desarrollo de las hojas -----	19
<i>Figura. 3.</i> Estadio principal 3. Crecimiento longitudinal de los brotes terminales -----	20
<i>Figura 4.</i> Estadio principal 5. Aparición del órgano floral -----	21
<i>Figura 5.</i> Estadio principal 6. Floración -----	21
<i>Figura 6.</i> Estadio 7. Formación del fruto -----	22
<i>Figura 7.</i> Estadio principal 8. Maduración de fruto-----	23
<i>Figura 8.</i> Estadio principal 9. Senescencia y comienzo del reposo vegetativo -----	23
<i>Figura 9.</i> TAC para materia seca del árbol en tres localidades -----	40
<i>Figura 10.</i> TAC para peso seco del limbo en tres localidades-----	41
<i>Figura 11.</i> TAC para peso seco del fruto en tres localidades-----	42
<i>Figura 12.</i> TAC para largo del limbo en tres localidades -----	43
<i>Figura 13.</i> TAC para ancho del limbo en tres localidades -----	44
<i>Figura 14.</i> TAC diámetro ecuatorial del fruto en tres localidades -----	45
<i>Figura 15.</i> TAC para diámetro longitudinal del fruto en tres localidades-----	46
<i>Figura 16.</i> TRC en tres localidades-----	47
<i>Figura 17.</i> TCC en tres localidades-----	48
<i>Figura 18.</i> AFE en tres localidades -----	49
<i>Figura 19.</i> Índice de área foliar en tres localidades -----	50
<i>Figura 20.</i> Duración de área foliar en tres localidades -----	51

Resumen

El cultivo del duraznero, específicamente la variedad Jarillo, en la provincia de Pamplona, representa uno de los renglones más importantes en la economía de la región, el duraznero (*P. persica* (L) Batsch) variedad Jarillo, se encuentra adaptada a condiciones ecoambientales locales, es por esto, que se comercializa y distribuye en el mercado interno con gran aceptación. El objetivo del trabajo fue medir variables morfofisiológicas asociadas a la hoja y el fruto del duraznero variedad Jarillo en los municipios de Pamplona, Chitagá y Pamplonita, Norte de Santander, en altitudes comprendidas entre los 1650 y 2150 msnm. El estudio se inició sobre los 33 DDD (días después de la defoliación), determinando largo del limbo (cm), ancho del limbo (cm), área del limbo foliar (cm²), el peso seco del limbo (g), diámetro ecuatorial del fruto (cm), diámetro longitudinal del fruto (cm) y peso seco del fruto (g) se seleccionaron 13 árboles francos al azar y de estos 3 ramas mixtas, 3 hojas y 3 frutos, a los que se les realizó los muestreos cada 15 días, durante el estadio fisiológico de formación del fruto hasta la cosecha, con el fin de determinar índices morfofisiológicos como el área foliar específica, duración de área foliar e índice de área foliar. De igual manera de determinaron los Grados días calor necesarios para completar cada fase fenológica del cultivo en cada una de las tres altitudes. Asimismo se hallaron modelos de regresión para explicar el crecimiento de la hoja y el fruto del duraznero. Se presentaron diferencias entre las alturas o fincas en relación con el Anova, además esa diferencia que mostró la prueba indica que además de observar la tendencia que se observa con cada figura obtenida por variable es indicio de que hay diferencias en las tasa de crecimiento entre las tres altitudes o fincas, atribuible al medio ambiente y la plasticidad fenotípica expresada por la variedad Jarillo.

El medio ambiente o altura con mayor Duración de area foliar (DAF), fue Pamplona, indica que es el sitio con mejores características para que el área foliar o tamaño de la fuente pueda alcanzar la máxima tasa fotosintética. Por otra parte la localidad donde se presentó mayor acumulación de grados días calor fue Pamplonita, debido a la diferencia de altitud y condiciones climáticas respecto a las demás localidades. Los resultados obtenidos indican procesos fisiológicos de compensación del cultivo, valores menores de grados días calor son compensados por mayor duración del área fotosintéticamente activa por las plantas de cultivo. Los valores óptimos para el índice de área foliar fueron similares a los obtenidos en otras especies perennes tropicales como el cacao y la Palma africana en valores cercanos o iguales a 6.

Capítulo 1

Introducción

A principio de los años 90, una familia Norte Santandereana que había migrado a Venezuela, específicamente a la colonia Tovar, regresó al municipio de Chitagá trayendo consigo material vegetal de duraznero variedad Jarillo, que empezó a sembrar en su finca ubicada en la vereda Llano Grande. Desde ese momento gran parte de la población, dejó de sembrar productos tradicionales como papa, cebolla y hortalizas y se dedicaron de lleno al cultivo del frutal. Este hecho, cambió el estilo de vida de los agricultores y mejoró la economía de la región hasta convertir al departamento en uno de los mayores productores a nivel nacional (Villamizar, 2008).

Es un producto de alta relevancia, en cuanto al impacto cultural en las regiones donde se cultiva, ya que es el principal motor de la economía en la región adicionalmente, los productores han venido desarrollando prácticas muy arraigadas a aspectos socioculturales característicos de las zonas productoras de duraznero.

La producción del duraznero se ha convertido en un monocultivo caracterizándose en un sistema de producción minifundista de pequeños y medianos productores. Para el caso específico de la provincia, los productores han tenido que generar sus propias labores agronómicas, debido a la escasa asistencia técnica en cuanto a lo que se refiere a manejo del cultivo y fitosanidad.

Las condiciones de trópico de la zona donde la temperatura y el fotoperiodo son prácticamente uniformes durante todo el año, no forman parte de la fisiología natural del cultivo de duraznero, originarios de zonas templadas y que se encuentran adaptados a temporadas climáticas muy variables. Por lo tanto la producción en la zona se realiza de manera forzada

mediante la implementación de prácticas culturales que semejan las condiciones naturales de desarrollo del cultivo y permiten una producción más constante.

Estas prácticas no consisten solamente en la sola aplicación de sustancias químicas para estimular la floración, sino la combinación de varias técnicas. Entre ellas poda, defoliación, manipulación de riego y nutrición, uso de hormonas y compensadores de frío entre otras. El uso más frecuente del forzado es adelantar cosechas, tomando en cuenta que entre mayor sea la modificación de la fecha de floración, deberá de tenerse mayor dominio de estas técnicas. La variedad Jarillo no necesita compensadores por su bajo requerimiento de frío. En el país existe poco desarrollo tecnológico sobre este cultivar y es claro que solo mediante la investigación tecnológica, es posible que se incremente de manera significativa su productividad (Quevedo, 2011).

Por tal motivo se hizo necesaria una investigación en cuanto a manejo adecuado del cultivo, los grados días calor necesarios para completar cada estado fenológico del cultivo e índices de área foliar apropiados, para cada zona de la provincia, con el fin de disminuir la brecha tecnológica que desde sus inicios ha presentado el cultivar en la región. Con el desarrollo del proyecto se pretende definir prácticas culturales, mediante los índices morfofisiológicos óptimos para la producción de duraznero en la región de Pamplona, por medio del estudio en tres localidades representativas de la provincia.

1. Problema

1.1 Planteamiento del problema

El cultivo del duraznero, específicamente la variedad Jarillo, en la provincia de Pamplona, representa uno de los renglones más importantes en la economía de la región, sacándola del círculo vicioso: bajo desarrollo y bajo crecimiento; por formar parte del sector más pobre y menos desarrollado del país (Villamizar, 2008). La variedad Jarillo, se encuentra adaptada a condiciones ecoambientales locales, es por esto, que se comercializa y distribuye en el mercado interno con gran aceptación por ser un producto inocuo y nutritivo (Miranda, Fischer, & Carranza, 2013).

Sin embargo, el proceso de desarrollo y manejo del cultivar, carece de investigación fisiológica y agronómica que proporcione la información necesaria acerca del comportamiento de la variedad en la zona de trópico, esto, justo, cuando los mercados y consumidores se hacen cada vez más exigentes (Pérez, 2007).

Este problema fue abordado en el presente trabajo de grado bajo un carácter interdisciplinario, desde el punto de vista agronómico y biológico. Se presume que el conocimiento del tamaño de la fuente y los grados días calor con los que llega a cada estadio el cultivo, permitió un mejor manejo agronómico de la copa y podas, con el fin de conocer la mínima cantidad de área foliar que debe tener este cultivar para que pueda desarrollarse adecuadamente.

El estudio y análisis del índice de área foliar óptimo, será un indicador útil de la capacidad fotosintética de la planta. Obtener la información y procesarla, permitirá conocer de manera más precisa la relación entre el cultivo y sus prácticas agronómicas, por cuanto el desconocimiento de los aspectos biológicos, fisiológicos y las mismas labores culturales apropiadas, se convierte en la mayor limitante para los productores de duraznero en la provincia de Pamplona, ya que

inciden directamente en los componentes de rendimiento del cultivo. El conocimiento del cultivo en el ambiente fisiológico y su manejo agronómico es un parámetro indispensable si se quiere tecnificar la producción e incursionar en mercados internacionales, optimizando así, los eslabones de la cadena productiva de la variedad Jarrillo.

2. Justificación

La producción del durazno en la región se caracteriza por la introducción del fruto sin ningún estudio técnico o científico previo y se lleva a cabo nada más que por intuición campesina de obreros y agricultores que han trabajado con la variedad.

El índice de área foliar es uno de los más importantes parámetros para analizar la estructura del dosel de los cultivos y relaciona el área foliar de la planta con la sección del área ésta ocupa. El crecimiento pleno del cultivo de durazno intercepta el 95% de la luz incidente por diferentes valores de índice de área foliar, esto se conoce como en el índice de área foliar crítico y es determinado por medio del área foliar por planta (Arias, Calvo, & Dohrenbusch, 2007).

El trabajo de grado es pertinente, ya que el cultivo del duraznero de la variedad Jarillo en la provincia de Pamplona, tiene grandes limitantes de tipo agronómico para la producción, por ejemplo el bajo rendimiento por hectárea. A través del desarrollo de la investigación, se pretendió reducir la brecha tecnológica del cultivo que posee un potencial de rendimiento de entre 36 y 46 t/h mediante la obtención de un beneficio técnico relacionado con el manejo y la optimización de las labores agronómicas.

Asimismo aportar conocimiento de tipo científico, ya que por medio del desarrollo del estudio, la obtención y procesamiento de los resultados, se permitió establecer cómo se comporta la fuente con respecto al tamaño. Del mismo modo, se establecieron metodologías sencillas y apropiadas, útiles para la presentación y desarrollo de proyectos de aula.

Del duraznero (*P. persica* (L.) Bastch) variedad Jarillo, no se conoce su comportamiento, ya que es proveniente de Venezuela, es por esto, que es prioridad hacer investigación con el fin de incrementar la producción y el conocimiento de las variedades que se encuentren adaptadas a la zona. El desarrollo del cultivar del duraznero variedad Jarillo, en la provincia de Pamplona,

carece de un paquete tecnológico específico y diferenciado que permita a los productores realizar un manejo agronómico óptimo de la planta, la metodología establecida en la investigación podrá también tener una aplicación en el comportamiento de las distintas variedades que se pretendan introducir en un futuro (Miranda, et al., 2013).

3. Delimitación

Con el presente proyecto se trató solventar las deficiencias de investigación que presentan los productores del cultivo del duraznero en la provincia de Pamplona, con el propósito de optimizar el manejo agronómico del cultivo e incrementar la producción de este importante producto.

Como se mencionó anteriormente el desarrollo de la presente investigación tuvo una variedad de alcances: de tipo científico al conocer el comportamiento de la fuente en los diferentes lugares de evaluación; técnico, al lograr un mejor desarrollo del cultivo, proporcionando al productor las bases necesarias para un óptimo manejo de copa o dosel; y, finalmente, docente, ya que se implementaron metodologías para la presentación de investigaciones tecno científicas.

El conocimiento generado para hallar el área foliar óptimo y el área foliar necesaria para producir un kilogramo de duraznero, se usa para analizar la estructura del dosel y la relación fuente demanda, se quiso dar una mejor perspectiva a los productores sobre los índices óptimos para el mantenimiento y productividad de los árboles, el manejo agronómico más apropiado de los mismos, así como llenar el vacío de investigación sobre comportamiento fisiológico de esta importante variedad en la provincia de Pamplona.

Adicionalmente, con el presente estudio se utilizó como hipótesis única que el índice de área foliar sería igual para los tres localidades evaluadas, esto, mediante la inclusión de tres disciplinas como la ecología, fisiología y la agronomía.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Evaluar la relación entre el crecimiento del Área foliar y el crecimiento del fruto del duraznero (*P. persica* (L) Batsch) variedad Jarillo) durante un ciclo de producción en la provincia de Pamplona.

4.2 Objetivos específicos

- Establecer el índice de área foliar óptimo, duración de área foliar y área foliar específica en tres parcelas de la provincia de Pamplona.
- Determinar los grados días calor acumulados necesarios para completar los estadios fenológicos en los tres rangos altitudinales.
- Construir los modelos de regresión que ayuden a interpretar el crecimiento de hojas y de frutos del duraznero en forma de doble sigmoideal.

Capítulo 2

5. Marco de referencia

5.1 Antecedentes

Estudios hechos han determinado las variables para estimar el área del limbo foliar y el peso seco de durazno (*P. persica* (L.) Batsch) variedad Jarillo. Para el desarrollo de los estudios se seleccionaron cincuenta hojas de 2,5 meses de edad a las que se les calcularon ancho del limbo, longitud del limbo, longitud del peciolo, longitud hoja, diámetro peciolo, peso fresco del limbo, peso fresco del peciolo, peso fresco de la hoja, peso seco del limbo, peso seco peciolo, peso seco de la hoja, longitud /ancho limbo, longitud del peciolo/longitud del limbo, área foliar del limbo. Con los resultados se obtuvieron ecuaciones de regresión para estimar el área foliar del limbo y peso seco del limbo. Teniendo en cuenta que la capacidad de fotosíntesis de las plantas está relacionada directamente con estos factores (Quevedo, Arévalo, & Cancino, 2012).

Otros trabajos han centrado su estudio en la importancia del manejo agronómico del duraznero en la provincia de Pamplona, estableciendo modelos de crecimiento y desarrollo para manejo morfofisiológicos, dando prioridad al cálculo de los índices morfofisiológicos, estadios fenológicos y comportamiento fisiológico de las plantas, caracterizando propiedades físicas y químicas de los frutos en las parcelas muestreadas, concluyendo que las propiedades físicas y químicas obtenidos fueron 0,86 y 0,90 en el índice de redondez, el pH de los frutos tuvo un rango de 4,0 y los sólidos solubles totales fueron de 13,0% (Zuleta, 2011).

En zonas altas de Colombia se cultivan variedades de bajo requerimiento de frío y rápido desarrollo, se han realizado estudios sobre el manejo agronómico y el sistema de producción forzada o continua que implica una serie de técnicas y labores que semejan las condiciones

normales de la zona templada de donde es originario el cultivo, este sistema de producción permite manejar tres cosechas en 2 años. Las prácticas culturales definidas en su orden son: fertilización, control fitosanitario, defoliación, poda, riego y aplicación del compensador de frío, que inducen una floración 3-4 meses después de la cosecha (Fischer, Casierra, & Villamizar, 2010).

Algunos trabajos se han hecho con el fin de determinar los efectos de los diferentes tipos de podas de (*P. persica* (L) Batsch) variedad diamante. Para tal efecto se implementaron dos sistemas de poda el sistema de poda a dos yemas y el sistema de poda americana a formación a "cadenas". Tomando como referencia arboles de 10 años de edad, evaluando variables en campo como: 1) número de ramillas, 2) longitud de ramillas y 3) ramillas podadas en los árboles. Se tuvieron en cuenta además variables como número de ramillas por árbol, número de ramillas por metro de brazo, número de ramas mixtas, número de ramillas por árbol, número de yemas por árbol y número de flores por árbol tuvieron diferencia significativa y que las variables metros de rama mixta por árbol y número de yemas por rama mixta por árbol no tuvieron diferencia significativa, también se observó un incremento en la longitud de rama mixta y número de yemas por rama mixta por árbol. Como resultado el estudio determina que el mejor sistema de poda para la variedad diamante es la poda americana (Elías, 2010).

El estudio del efecto de la densidad de plantas de árboles de duraznero, variedad "Diamante" bajo el sistema milpa intercalado con árboles frutales (MIAF) en laderas abruptas se ha trabajado en México. Con un manejo agronómico similar al de zonas planas. Los resultados demostraron que en el sitio Santa Catarina, Mn y Zn presentaron diferencias significativas. En el sitio Centro de Salud, la concentración de Mg presentó diferencias significativas por el efecto de Cu. La calidad del fruto fue aceptable en cuanto a °Brix e índice de color; por otra parte la firmeza fue

baja. La concentración de N en el árbol presentó valores de exceso, interfiriendo en la calidad del fruto (Santiago, Cortés, Turrent, Hernández, & Jaen, 2008)

En una parcela MIAF con árboles de durazno con variedades Diamante y Oro México injertadas sobre el patrón de duraznero Tetela del Volcán, se llevó a cabo un experimento para estudiar durante cuatro años el rendimiento y la calidad del fruto al número de ramas de estructura (RE) en el árbol, y la eficiencia relativa de la tierra (ERT). Se estudiaron dos localidades, dos y cuatro ramas de estructura por árbol, con ocho repeticiones. Se evaluó el rendimiento de fruto y el peso individual del mismo, y se calculó la ERT. La interacción número de RE x año afectó significativamente el rendimiento de fruto; obteniendo, una mayor eficiencia de 10 y 77% respecto al cultivo simple. Por lo tanto, se puede concluir que el duraznero bajo MIAF permite un uso más eficiente de la tierra comparado con el cultivo simple (Torres, Cortés, Turrent, Hernández & Muratalla, 2008).

En Guasca, Cundinamarca, Colombia se estudió el raleo manual de árboles de duraznero (*P. persica* L. Batsch) variedad 'Rubidoux' con el propósito de mejorar la calidad comercial del fruto. Evaluando los cambios en el crecimiento del fruto, los sólidos solubles totales, la relación pulpa: semilla, la producción, la calidad del fruto y el diámetro de la fruta, durante una temporada de crecimiento de los frutos según el efecto de la relación hoja: fruto (10; 20; 30; 40 y 50 hojas por fruto), El raleo se realizó 85 días después de plena floración. Los árboles de localidad control no se ralearon. Se observaron diferencias en las curvas de crecimiento del fruto, en el promedio de fruto cosechado, en el peso fresco de los frutos y en su calidad comercial (Casierra, Rodríguez, & Hernández, 2007).

El durazno requiere de la poda (en particular, el despunte de las ramas mixtas, DRM) y el raleo de frutos (RF) para una producción comercial de fruta. En el ciclo de crecimiento de 2004 a

2005 se estudió el Campo Experimental Zacatecas con árboles de 20 años e injertados sobre patrones francos de duraznero, la interacción entre DRM y RF en durazno cultivar ‘Victoria’ sobre el rendimiento, distribución de la fruta por tamaños, calidad del fruto, crecimiento de fruto y brote, además del peso específico de la hoja. Los resultados sugieren que el durazno ‘Victoria’ puede prescindir del raleo de frutos, y por consiguiente, esto reduciría costos de producción. Ambos factores merecen ser estudiados en otros cultivares de durazno cuyas estructuras reproductivas tengan mayor habilidad en la utilización de foto asimilados (Zegbe & Esparsa, 2007).

En Paipa (Colombia), Se realizó un estudio para determinar las curvas de crecimiento de árboles de duraznero (*P. persica* (L.) Batsch) variedad ‘Conservero’ y patrón ‘Blanco común’. Se tuvieron en cuenta variables como peso fresco, peso seco, relación entre los diámetros del fruto y crecimiento de las ramas. Las mediciones se realizaron periódicamente aproximadamente una vez por semana, Concluyendo que la ganancia en peso fresco es lenta hasta 87 ddpf (días después de floración) y posteriormente los frutos ganan peso hasta 126 ddpf. Durante todo el período de crecimiento de los frutos se presentó una reducción progresiva de la relación diámetro polar/diámetro de sutura, y cerca de la época de cosecha, el valor de la relación entre los dos diámetros tiende a la unidad. Las ramas crecieron hasta 180 ddpf y luego detuvieron su crecimiento. Con la información obtenida es posible planificar de manera más racional las labores culturales aplicadas al cultivo (Casierra, Barreto & Fonseca, 2004).

5.2 Marco contextual

El departamento Norte de Santander es un territorio heterogéneo formado por seis subregiones entre las cuales está la Provincia de Pamplona o región sur occidental con dos municipios Pamplona y Pamplonita como se muestra en la tabla 1, posee variedad de pisos

térmicos y tipos de suelos además de una gran diversidad de accidentes geográficos- Está situado entre los 6°58' y 9°18' de latitud norte y los 72°03' y 73°35' de longitud occidental del meridiano Greenwich, se encuentra al nororiente del país y es atravesado por la cordillera oriental. Limita al norte y este con la República de Venezuela, al sur con el departamento de Boyacá y al oeste con los departamentos de Santander y Cesar (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2006).

El departamento tiene 22.309,55 kilómetros cuadrados distribuidas en seis subregiones que son: Norte; Tibú, Bucarasica, El Tarra y Sardinata; Oriental; Cúcuta, El Zulia, Los Patios, Puerto Santander, San Cayetano y Villa del Rosario; Occidental; Abrego, Cachira, Convención, El Carmen, Hacari, La Esperanza, La Playa, Ocaña, San Calixto y Teorema; Centro; Arboledas, Cucutilla, Gramalote, Lourdes, Salazar Santiago y Villacaro; Sur oriental; Bochálema, Chinácota, Durania, Herrán; Ragonvalia, Labateca y Toledo y Sur Occidental o provincia de Pamplona; Cécota, Chitaga, Mutiscua, Pamplona, Pamplonita y Silos que representan el 2,4% de la superficie total del país y el 10,3% de la Región Andina (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2006).

La posición geográfica del departamento y la provincia está ligada a la relación de Colombia con Venezuela, en el intercambio comercial y la captación de recursos financieros entre estos dos países. Un papel destacadísimo ha desempeñado el Área Metropolitana de Cúcuta y los municipios de Herrán y Puerto Santander. Esta proximidad con Venezuela le permite desarrollar cultivos frutícolas con posibilidades de comercialización en este país.

El estudio estará ubicado en la provincia de Pamplona en el departamento de Norte de Santander, Colombia, en los pisos térmicos templado (1000- 2000 msnm) y frío (2000 – 3000 msnm), en los municipios de Pamplona, Chitagá y Pamplonita como se muestra en la tabla 1. El estudio se delimita geográficamente en los municipios de Pamplona, Chitagá y Pamplonita.

Pamplona 318 Km² Norte: con Pamplonita y Cucutilla Sur con Cácuta y Mutiscua Oriente con Labateca Occidente con Cucutilla. Sus coordenadas son 72°39' de longitud al oeste de Greenwich y a 7° y 23' de latitud norte.

Pamplonita 480 Km² Norte con Bochalema Nororiente con Toledo Sur con Labateca Suroccidente con Pamplona Occidente con Cucutilla. Sus coordenadas son 7° 26 Norte y 73° 39 oeste del Meridiano de Greenwich (Castellanos & Atehortúa, 2010).

Chitagá La superficie municipal de es de 1.200 km² que representan el 5,54% del total del departamento. Presenta una temperatura promedio de 15° C. Sus Coordenadas geográficas son: Longitud al oeste de Greenwich 72° 40', Latitud Norte 7° 08, Límites: Norte: Cácuta, Labateca y Pamplona, Sur: Departamento Santander, Oriente: Toledo y Departamento Boyacá y Occidente: Silos.

En la región un buen número de agricultores se dedican exclusivamente a la producción de durazno que se pueden caracterizar como líderes en la región ya que gracias a la producción y productividad de los cultivos generan gran cantidad de empleos y se ha mejorado la economía de los habitantes de la zona, mediante la adopción de nuevas formas de producción poniendo la región en un proceso de transición de la economía campesina hacia la economía empresarial, que forma parte de los nuevos procesos que la globalización económica y que ha propiciado la posibilidad de que las economías locales se incluyan dentro de este modelo (Villamizar, 2008).

Tabla 1

*Establecimiento de las fincas por municipio en la provincia de Pamplona, Norte de Santander.
Sitios de muestreo.*

Municipio	Vereda	Finca	Individuos	Altitud msnm	Ubicación geográfica
Pamplona	Chichira	Las delicias	13 árboles, 3 ramas, 3 hojas, 3 frutos	2170	70° 22' 43,6" N 72° 37' 41,1" W
Chitagá	Carrillo	El recuerdo	13 árboles, 3 ramas, 3 hojas, 3 frutos	1870	70° 11' 15" N 72° 39' 7,3" W
Pamplonita	Batagá	Buenavista	13 árboles, 3 ramas, 3 hojas, 3 frutos	1700	70° 26' 18,1" N 72° 38' 9" W

5.3 Marco teórico

5.3.1. Variedad Jarillo

La variedad Jarillo se encuentra adaptada a condiciones agroecológicas tropicales estableciéndose exitosamente desde los 1500 a 2700 msnm, altitudes propicias para su desarrollo y producción. El Jarillo es producto de la selección de un gran número de plantas de semilla, de las cuales se escogieron aquellas que tenían mayor producción y poseían los frutos de mayor tamaño, luego estas plantas se propagaron por injertación (Pérez, 2007). Este cultivar presenta flores rosadas de tamaño medio, el fruto de poca o escasa pubescencia, de pequeño tamaño, forma oblonga, y color amarillo tanto en la piel como en su interior, con un peso aproximado de 49,4 g y la semilla permanece adherida a la pulpa; la pulpa es de color amarillo y firme. El destino de comercialización de la variedad es principalmente la industria, con excepción de los frutos de primera calidad que se distribuyen como fruto para consumo en fresco (Herrera, et al., 2008).

5.3.2. Tipificación de fincas con cultivos de duraznero en Norte de Santander.

La superficie de las fincas dedicadas al cultivo de duraznero es 53 Has en promedio, fincas cuyas pendientes son quebradas, superiores al 15%, con 52,71 ha de las fincas dedicadas a este cultivo, con 6.950 árboles establecidos por finca, de aproximadamente 12,5 años de edad en promedio, con predominio de las variedades Jarillo y Gran Jarillo, las cuales son mejoradas a través de métodos tradicionales y de buena adaptación en la región y un rendimiento de 65 t/ha año. Tienen baja disponibilidad de mano de obra para contratar las labores, acuden a la asistencia técnica que es restringida y según la necesidad, hacen selección de la fruta pero venden su producción en la finca (Miranda, et al., 2013).

5.3.3. Ecofisiología

Los requerimientos ecoambientales del duraznero para alcanzar un buen desarrollo fisiológico son:

Temperaturas entre 20 y 30°C durante el crecimiento del fruto y del follaje, pero de solo 2 a 12°C cuando se encuentra en reposo. Un suelo fértil y profundo, proporciona los nutrientes y el agua requeridos: 5 a 35 litros diarios a partir de la floración y hasta iniciarse el periodo de lluvias. Una alta disponibilidad y consumo de agua y nutrientes favorecen más el desarrollo de follaje que de fruta (Pérez, 2007).

La precipitación, necesita entre 1200 a 1800 mm de lámina caída en todo el ciclo, periodos de sequía afectan el desarrollo de las yemas florales. El periodo más crítico por exigencia de agua ocurre en la fase previa a la maduración del fruto, los buenos rendimientos solo se obtendrán si se logra mantener la disponibilidad de agua mayor a 50% de la capacidad de campo.

Para luz, un alto número de horas brillo favorece la maduración y calidad del fruto un mínimo de 30% y hasta un 70% de la radiación solar directa. Para captar la radiación solar es necesario

un Área Foliar de 1,5 a 2,8, equivalente a un área total de follaje entre 2 y 10 m² para árboles jóvenes y entre 20 y 30m² para árboles adultos y en producción. Por lo general, se requiere un mínimo de 150 cm² de follaje por fruto (5 a 10 hojas) para mantener buenas producciones anuales y calidad de fruta. Dichos valores dependerán de las distancias de plantación, variedades, edad, condiciones de clima, suelo y manejo de los huertos (Pérez, 2007).

La energía total capturada por los árboles es invertida en diferentes proporciones para la formación de nuevo follaje y frutos, así como en raíces, ramas y tronco. La cantidad invertida en cada una de estas partes, dependerá de: a) las características genéticas de cada variedad; b) de las condiciones de clima; y c) de las prácticas de cultivo, como raleo de frutos, poda, riego y fertilización. Cualquier cambio en alguna de las tres repercutirá en la proporción invertida en cada parte u órgano del árbol. El rendimiento por árbol depende en gran medida de su peso total y de las condiciones del clima. Mientras más pesado sea un árbol, mayores serán sus posibilidades de producción, siempre que las condiciones de clima y prácticas de manejo se lo permitan (Pérez, 2007).

5.3.4. Manejo del cultivo

La producción es forzada debido a que en el trópico no hay suficiente acumulación de horas frío para que la planta rompa la latencia o el reposo, que en otras zonas templadas ocurre de manera natural. Por esta razón se hace necesario recurrir a la producción forzada que se basa en el uso de a) cultivares con bajos requerimientos de frío, b) desecantes para la defoliación, y c) promotores químicos de la brotación reproductiva. (Aular, Echeverría, & Milla, 2013).

Como la producción es forzada en zonas altas, los rendimientos e incluso la calidad de los frutos son bajos, lo cual es debido a la competencia entre el periodo vegetativo y reproductivo, el desarrollo anormal del polen y del ovario y deficiencias en la polinización por motivo de las

elevadas temperaturas. Para la defoliación de la planta como medio para simular el otoño, se aplican desecantes como el clorato de sodio. La defoliación se realiza de forma manual una semana después de la aplicación del producto. Seguidamente 15 días después se aplica un promotor de brotación como cianamida de hidrógeno. El intervalo entre la defoliación y la cosecha puede ser de aproximadamente 6 meses. Luego de la fructificación y el cuajado se debe hacer el raleo o desbaste de frutos para obtener una mejor calidad de la fruta (Aular, et al., 2013)

5.3.5. Escala BBCH en duraznero variedad Amarillo Jarillo.

5.3.5.1. Estadio principal 0. Desarrollo de las yemas.

Estadio principal 0. Desarrollo de las yemas.
00 Letargo: yemas foliares y florales, cerradas y cubiertas de escamas marrón-oscuro
01 Comienzo del hinchado de las yemas foliares: escamas, de marrón claro, visibles; Escamas, con fillos ligeramente coloreadas
03 Fin del hinchado de las yemas foliares; escamas separadas; secciones de las Yemas, verde claro, visibles
09 Ápices foliares verdes, visibles; las escamas marrones caen; las yemas florales, Encerradas por escamas verde claro



Figura 1. Yema foliar. Estadio principal 0. Desarrollo de las yemas. Fuente: Quevedo 2011.

5.3.5.2. Estadio 1, desarrollo de las hojas.

Estadio principal 1. Desarrollo de las hojas.
10 Primeras hojas se separan; escamas verdes comienzan a abrirse; hojas comienzan a emerger
11 Primeras hojas, desplegadas; eje de brote en desarrollo, visible
19 Primeras hojas alcanzan tamaño varietal típico



Figura 2. Estadio principal 1. Desarrollo de las hojas. Fuente: Quevedo 2011.

5.3.5.3 Estadio principal 3. Crecimiento longitudinal de los brotes terminales.

Estadio principal 3. Crecimiento longitudinal de los brotes terminales.
31 Empieza a crecer el brote: los ejes de los brotes en desarrollo, visibles
32 Brotes, con 20 % de la longitud varietal final
33 Brotes, con 30 % de la longitud varietal final
3. Los estadios continúan
39 Brotes con 90% de la longitud varietal final



Figura 3. Estadio principal 3. Crecimiento longitudinal de los brotes terminales. Fuente: Quevedo 2011.

5.3.5.4. Estadio principal 5. Aparición del órgano floral.

Estadio principal 5. Aparición del órgano floral.	
51	Yemas de la inflorescencia hinchadas: yemas, cerradas; escamas, de color marrón claro, visible
53	Apertura de la yema: escamas, separadas; sectores de las yemas, verde claro, visibles
54	Inflorescencia encerrada por escamas verde claro si las escamas existen (no todas las variedades las tienen)
55	Yemas florales simples (aún cerradas) sobre pedúnculos cortos; escamas verdes, ligeramente abiertas
56	Los pétalos florales, alargándose; sépalos cerrados; flores simples separándose
57	Sépalos, abiertos; ápices de los pétalos, visibles; flores simples con pétalos blancos o rosados
59	Estadio de balón: La mayoría de las flores, con pétalos formando una bola hueca



Figura 4. Estadio principal 5. Aparición del órgano floral. Yemas florales en forma de hueco.

Fuente: Villamizar 2010.

5.3.5.5. Estadio principal 6. Floración

Estadio principal 6. Floración	
	60 Primeras flores, abiertas
61	Comienzo de la floración: alrededor del 10 % de las flores, abiertas
	62 Alrededor del 20 % de las flores, abiertas
	63 Alrededor del 30 % de las flores, abiertas
	64 Alrededor del 40 % de las flores, abiertas
65	Plena floración: alrededor del 50 % de las flores están abiertas
	67 Flores marchitándose: la mayoría de los pétalos, caídos
	69 Fin de la floración: todos los pétalos, caídos

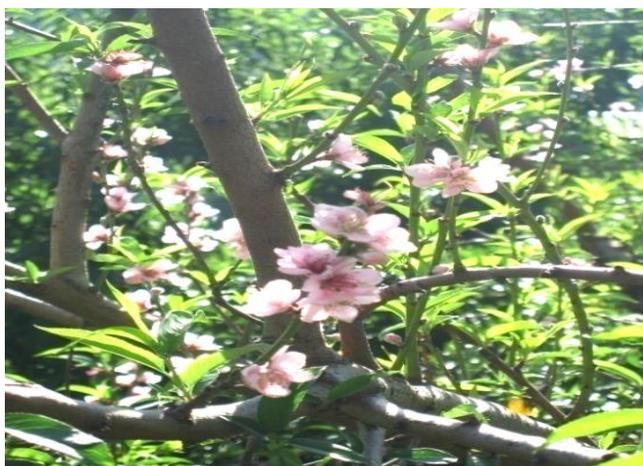


Figura 5. Estadio principal 6. Floración. Fuente: Quevedo 2011.

5.3.5.6. Estadio principal 7. Formación del fruto

Estadio principal 7. Formación del fruto
71 Crecimiento del ovario; los frutos no cuajados se caen.
72 El ovario verde, rodeado de las coronas de pétalos que mueren; sépalos comienzan a caer
73 Segunda caída de frutos
75 Frutos alcanzan alrededor del 50 % del tamaño varietal final
76 Frutos alcanzan alrededor del 60 % del tamaño varietal final
77 Frutos alcanzan alrededor del 70 % del tamaño varietal final
78 Frutos alcanzan alrededor del 80 % del tamaño varietal final
79 Frutos alcanzan alrededor del 90 % del tamaño varietal final



Figura 6. Estadio 7. Formación del fruto. Fuente: Quevedo 2011.

5.3.5.7. Estadio principal 8. Maduración del fruto

Estadio principal 8. Maduración del fruto
81 Los frutos comienzan a madurar: comienzo de la coloración del fruto
85 Aumento de la coloración
87 Madurez de recolección: Frutos tienen sabor varietal típico y firmeza óptima (Excepto melocotón (durazno) y nectarinos)
89 Madurez de consumo: Frutos tienen sabor varietal y firmeza típicos



Figura 7. Estadio principal 8. Maduración de fruto. Fuente: Quevedo 2011.

5.3.5.8. Estadio principal 9. Senescencia y comienzo del reposo vegetativo

Estadio principal 9. Senescencia y comienzo del reposo vegetativo
91 Los brotes han completado su desarrollo; follaje aún verde
92 Las hojas comienzan a descolorarse
93 Las hojas comienzan a caerse
95 50 % de las hojas, descoloradas o caídas
97 Todas las hojas, caídas; letargo invernal
99 Partes cosechadas (estadio para señalar tratamientos de post-cosecha)



Figura 8. Estadio principal 9. Senescencia y comienzo del reposo vegetativo. Fuente: Quevedo 2011.

5.3.6. Índices de eficiencia fisiológica

Los índices, son indicadores de que el ambiente o una práctica de manejo en particular es, o no conveniente para una especie o para otra y comparan el funcionamiento de distintas especies o variedades creciendo en las mismas condiciones. (Hernández, 2011).

Dicho análisis de crecimiento puede realizarse en plantas individuales o comunidades de plantas. En plantas individuales se utilizan la tasa relativa de crecimiento (TRC), la tasa absoluta de crecimiento (TAC), la tasa de asimilación neta (TAN) y el área foliar específica (AFE). En comunidades, particularmente en agricultura, y en algunos estudios de producción en vegetación natural se utilizan el índice de área foliar (IAF) (Hernández, 2011).

5.3.6.1. Tasa de absoluta de crecimiento (TAC)

Es el índice de crecimiento de las plantas más sencillo que hasta ahora se maneja. La TAC mide la ganancia de biomasa en un tiempo determinado aunque se pueden emplear otros parámetros por ejemplo el crecimiento de órganos discretos como hojas o raíces. Representa la potencia de la fuente (hoja) (Degiovanni, Martínez & Motta, 2010).

5.3.6.2. Tasa relativa de crecimiento (TRC)

Representa el incremento en peso seco por unidad de peso seco presente, por unidad de tiempo. Este índice disminuye con el transcurso del tiempo, ya que la cantidad de células que se están diferenciando en tejidos y órganos es mayor con respecto a la cantidad de células meristemáticas, representa la carga y descarga del floema e indica la actividad de la demanda (Hernández, 2011).

5.3.6.3. Tasa de asimilación neta (TAN)

Es un índice de eficiencia de las plantas, considerada ésta no en relación con la materia seca si no con el área foliar total. La TAN se define también como el incremento de material vegetal por unidad de tejido asimilatorio por unidad de tiempo (Degiovanni, et al., 2010)

5.3.6.4. Índice de área foliar (IAF)

Dado que la tasa de asimilación neta proporciona una adecuada estimación de la eficiencia de las hojas de un cultivo como productoras de materia seca, entonces el conocer la cantidad de hojas del cultivo es necesario para evaluar su rendimiento. Para esto, se introduce un concepto de cantidad de hojas con relación al área de cultivo, este es llamado índice de área foliar y define el área foliar por unidad de área de cultivo. (Hernández, 2011).

5.3.6.5. Duración de área foliar (DAF)

La duración del área foliar (DAF) representa la duración del funcionamiento de la superficie asimiladora y sirve para interpretar el costo energético de la formación de la unidad de superficie foliar y su rendimiento en la producción de fotoasimilados (Hernández & Soto, 2012).

5.3.6.6. Área foliar específica (AFE)

El área foliar específica permite realizar estimaciones del área foliar de las plantas y caracteriza a las especies y la productividad en los ecosistemas (Hernández, et al., 2012).

5.4 Marco legal

El proyecto se regirá por la normatividad establecida por la Universidad de Pamplona la cual reglamenta las modalidades de trabajo de grado, en este caso se toma en cuenta las normas para investigación.

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.

Artículo 36.- Modalidades de Trabajo de Grado: El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en:

- a. **Investigación:** comprende diseños y ejecución de proyectos que busquen 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

6. Metodología

6.1. Diseño Metodológico.

La declaración de propósito fue determinar el valor de correlación de las variables morfofisiológicas asociadas a la hoja y al fruto, en un gradiente eco ambiental en la provincia de Pamplona. Utilizando como hipótesis única que las tasas de crecimiento serian iguales para las tres localidades. El diseño de investigación se realizó a través del modelo de medidas repetidas, para esto se usó el análisis de varianza para observar su significancia y las diferencias de cada variable entre las tres localidades. Además se hizo uso de herramientas del conocimiento interdisciplinario proveniente de varias ciencias para ayudar a relacionar los procesos como el crecimiento y el desarrollo de las plantas, desde el ámbito de la fisiología y la agronomía que permite estudiar la dinámica de los procesos presentes del cultivo perenne y sus interacciones con el medio ambiente.

6.1.1. Comportamiento del crecimiento vegetativo del duraznero variedad Jarillo

De 13 árboles se seleccionaron aleatoriamente 3 ramas por árbol del tercio medio, se marcaron las ramas con cinta de color azul, numerándolas y marcándolas como rama número uno, rama dos, rama tres. 3 hojas por árbol y 3 frutos por árbol que se marcaron con cinta de color amarillo según análisis estadístico realizado para establecer el tamaño de la muestra, para la evaluación del crecimiento vegetativo, se llevó un registro quincenal de las variables morfofisiológicas de la hoja, tallo y fruto, como diámetro ecuatorial del fruto, diámetro longitudinal del fruto, peso seco total del fruto, diámetro de la rama, ancho de la hoja, largo de la

hoja, largo por ancho de la hoja, área de la hoja, peso seco de la hoja. A partir de diciembre de 2014 hasta diciembre de 2015 (Quevedo, 2015).

6.1.2. Análisis del crecimiento

Los registros de crecimiento de hojas, rama y fruto se hicieron cada quince días, siempre y cuando existían las condiciones climáticas adecuadas para el muestreo. A los órganos marcados se les realizó del seguimiento periódico (cada 15 días) de manera que siempre se determinaran las variables a los mismos frutos y las mismas hojas. A partir de la cuarta semana después de la plena floración de los árboles escogidos de origen sexual no injertados, quincenalmente y hasta la cosecha se registraron los datos; con el fin de determinar crecimiento y desarrollo de estos órganos, establecer las curvas de crecimiento, teniendo en cuenta las variables morfofisiológicas escogidas por órgano (Quevedo, 2015).

Las variables asociadas al fruto se midieron a partir de los 47 DDD cada 15 días y en los trece árboles en cada parcela, las medidas se tomaron con un pie de rey.

Las variables asociadas al fruto fueron:

- a. Diámetro ecuatorial del fruto (cm)
- b. Diámetro longitudinal del fruto (cm)
- c. Peso seco total del fruto (mediante muestreo destructivo, g)

Las variables asociadas al tallo:

- a. Diámetro de la rama (cm)

Las variables asociadas a la hoja

El área foliar y sus variables asociadas se muestrearon cada 15 días hasta que la hoja estabilizo su crecimiento. Las variables que se midieron fueron:

- a. Ancho del limbo (cm)

- b. Largo del limbo (cm)
- c. Largo por ancho del limbo (cm²)
- d. Área del limbo (cm²)
- e. Peso seco del limbo (mediante muestreo destructivo, g)
- f. Área foliar específica (cm²/g)

6.1.3. Determinación de grados calor día (GCD)

Se tomaron los datos de las temperaturas diarias mínimas a las 7 a.m. y máximas a la 1 p. m, a través del uso de termohigrómetros para las tres localidades, adicionalmente se usaron datos de la estación climatológica para Pamplona. Con las respectivas temperaturas máximas y mínimas mensuales, se determinaron las temperaturas medias diarias, para cada una de las fases fenológicas de reposo vegetativo o senescencia de los árboles hasta la fase de producción del cultivo de duraznero para cada una de las parcelas en estudio, se utilizó como temperatura base (T_b) para el cultivo de duraznero el valor de 4,5°C, que es la temperatura base o cardinal por la cual por debajo de esta no hay actividad fisiológica en la planta. Los grados calor día no pueden ser negativos, siempre que la temperatura está por encima de 4,5°C hay acumulación de calor. (Chaar & Astorga, 2012). Se utilizó el modelo: $T_d = T_{med} - T_b$ donde T_{med}: Temperatura media, T_b: Temperatura base. Las temperaturas máximas y mínimas, para el cálculo de los grados día (base 4,5 C). También se calcularon los días transcurridos entre cada estado y los días acumulados. Con los datos obtenidos para hallar los grados día calor se elaboraron regresiones lineales que relacionan los días de crecimiento como factor versus acumulación de los grados día como variable respuesta de cada estadio de desarrollo.

6.1.4. Variables edafoclimáticas

Los datos climáticos que se tomaron en cada parcela fueron: la temperatura en grados Celsius del ambiente, Humedad relativa y precipitación anual mediante la ubicación de pluviómetro manual en cada finca. En cada parcela con un Datalogger USB se recabaron los datos de temperatura y humedad relativa.

6.1.5. Índice de área foliar y materia seca del árbol

El área foliar fue determinada mediante el uso del programa ImageJ para el procesamiento de imagen digital, se tomaron fotos cada 15 días de tres hojas por árbol marcadas respectivamente como hoja 1, hoja 2 y hoja 3 con cinta de color rojo, adicionalmente las a las mismas hojas se les midió el largo y ancho en cm, con el uso de un calibrador digital. El proceso de análisis empezó con la descarga de la foto en el programa y la inclusión del largo que se tomó anteriormente con el calibrador, posteriormente se calibró el programa y por último se realizó el procesamiento de la imagen que determina el área foliar de la hoja en cm^2 . Las tres hojas fueron una muestra representativa para determinar el área foliar del árbol a lo largo del estudio.

La materia seca del árbol se determinó quincenalmente a través de la ecuación con características de $R^2=0,984$ y R^2 Ajustado = 0,984.

$$Y (\text{MATERIA SECA DEL ÁREA FOLIAR POR ÁRBOL EN g}) = 506,155 + 3217,610 \text{ PESO SECO DE 30 HOJAS EN g} - 7,291 \text{ ÁREA FOLIAR EN CM}^2 \text{ DE 30 HOJAS}$$

6.1.6. Modelos experimentales para analizar el crecimiento

Además, se determinó para las variables morfofisiológicas de la hoja, IAF, AFE, DAF, fruto, la tasa de crecimiento vegetativo (mm/ semana) y los resultados se analizaron descriptivamente a través de modelos para explicar el crecimiento vegetal de tales como las regresiones. El modelo

que mejor se adaptó a los datos usando la regresión que mostró la tendencia del crecimiento vegetal por órgano del duraznero variedad Jarillo.

Capítulo 4

7. Resultados y discusión

7.1. Prueba de Bonferroni para las tres localidades

La tabla 2, muestra el resumen de las medias para cada variable tomada por localidad aplicando el test de Bonferroni de comparaciones múltiples que permite contrastar las medias de los niveles entre las localidades después de haber rechazado la hipótesis nula de igualdad de medias mediante la técnica de análisis de varianza.

Tabla 2

Prueba de Bonferroni para las variables asociadas a la hoja y el fruto del duraznero.

Variable	Altitud		
	1 Pamplona	2 Chitagá	3 Pamplonita
Largo del limbo (cm)	9,6 a	9,8 a	0,9 b
Ancho del limbo (cm)	3,0 a	3,0 a	2,3 b
Producto de largo por ancho del limbo (cm ²)	33,1 b	31,1 a	21,8 c
Área del limbo (cm ²)	21,9 b	23,2 a	16,1 c
Peso seco del limbo (g)	0,1 b	0,2 a	0,1 c
Área foliar específica (cm ² /g)	101,6 a	99,2 b	98,9 b
Diámetro ecuatorial del fruto (cm)	3,3 a	3,3 a	3,2 a
Diámetro longitudinal (cm)	3,7 a	3,9 a	4,0 b
Peso seco del fruto (g)	9,1 a	4,2 a	6,9 a
Índice de área foliar	6,0 a	5,8 b	4,6 c
Materia seca del árbol (kg)	16,0 a	15,8 b	14,5 c

Medias con letras diferentes dentro de cada columna no son estadísticamente iguales (Bonferroni 0,05).

La diferencia que se muestra tabla indica que además de observar la tendencia que se evidencia con cada figura obtenida por variable representa las diferencias que hay en las tasa de crecimiento entre las tres localidades, atribuible al medio ambiente y la plasticidad fenotípica expresada por la variedad Jarillo.

Para el caso de la variable largo de limbo foliar se pudo establecer que esta tuvo un comportamiento similar para las localidades 1 y 2 correspondientes a Chitagá con 9,5 cm y Pamplona 9,6 cm, es por eso dicha variable se presenta dentro del mismo grupo y se indica la misma letra, por el contrario el localidad 3 que corresponde a la finca de Pamplonita presentó una media más baja de 8,92 cm y se nota con letra diferente, es decir que existen diferencias significativas entre esta altitud y las demás, probablemente por manejo agronómico entre los que se pueden considerar el tipo de poda que se realizó, de estudios precedentes se conoce que por plasticidad fenotípica y adaptación, la hoja tomada en las condiciones particulares del municipio de Pamplonita es de menor tamaño. Por otra parte se pudo establecer una R^2 alto para el Anova de la variable con un 0,76, el coeficiente de variabilidad entre los datos es bueno 17,05. Existe interacción entre los días después de la defoliación y localidad. (Anexo 1).

El ancho del limbo presentó un comportamiento similar que el largo, ya que para las localidades 1 y 2 se determinaron las mayores medias y se nombran con la misma letra por pertenecer al mismo grupo según la aplicación del test de Bonferroni. Las medias para el localidad 1 y 2 oscilan entre los 3,05 y 3,07 cm de ancho y para el caso del localidad 3, alcanzan solamente 2,3 cm como promedio para el ancho del limbo, se tiene una explicación fisiológica para el tamaño de la hoja basado en la plasticidad fenotípica para Pamplonita, donde la hoja se logrado adaptar a mayores temperaturas y niveles más elevados de radiación solar. El R^2 cuadrado del Anova es alto con un 0,84, el coeficiente de variabilidad es bueno de 16,05 por debajo de 35, e igualmente presenta interacción entre las localidades y los días después de la defoliación. (Anexo 2).

El producto del largo por ancho del limbo tuvo un comportamiento diferente en los tres sitios de evaluación. El valor más alto se presentó para el localidad 2 es decir, Chitagá, donde la media

se encuentra por los 33,13 cm² y para el localidad 1 o Pamplona con 31,14 cm² en promedio. Los valores más bajos se establecieron para la localidad 3 con un promedio de 21,8 cm², las medias para esta variable se presentan con letras diferentes ya que pertenecen a distintos grupos. Por tanto, existen diferencias significativas entre las tres altitudes, probablemente porque esta variable logró determinarse indirectamente como medida derivada de las tomas directas en campo y bajo la implementación de la fórmula. El R cuadrado para la variable se ajusta a un 0,74, con un coeficiente de variación aceptado de 32,7 existiendo interacción entre los días después de defoliación y la localidad. (Anexo3).

Las medias del área del limbo foliar indican que para esta variable las tres localidades presentan diferencias significativas y por eso se denominan con letra diferente, la altura con valores mayores de los promedios se presentó para el localidad 2 o Chitagá donde la media fue de 23,3 cm² el localidad 1 con 21,9cm² y los menores valores para el localidad 3 de 16,7cm² correspondiente con las demás variables asociadas a la hoja como largo, ancho e igualmente el producto de largo por ancho. La diferencia entre las tres localidades también es atribuible a la capacidad de adaptación de la planta a los distintos ambientes presentando menos área donde las condiciones climáticas son más adversas. Para la variable de área del limbo foliar se trabajó con la transformación a logaritmo debido a que existía alta variabilidad entre los datos, el logaritmo del área foliar presenta un R cuadrado de 0,89 y un coeficiente de variación de 8,5, además se detecta interacción entre la variable y los días después de la defoliación. Según Nughes et al., (2013), Las hojas expuestas a mayor porcentaje de radiación presenta menores tamaños en las células epidérmicas, como epidermis adaxial y abaxial. Mientras que en las hojas de sombra estos valores, son mayores, lo que podría explicar que para las localidades 1 y 2 de Pamplona y

Chitagá, el tamaño foliar sea mayor que Pamplonita, donde la temperatura y radiación solar son más elevadas. (Anexo 4).

Por otra parte, las medias para peso seco del limbo evidencian una tendencia similar a las anteriores, los mayores valores para peso seco del limbo se presentaron en la altura 2 correspondiente a Chitagá y donde el tamaño de la hoja es mayor. Para el localidad 1 la media del peso seco del limbo fue de 0,19 g y el menor valor se presentó para el localidad 3 donde la hoja presenta un menor tamaño, y una media de 0,15 g. las localidades se denotan con letras diferentes debido a que se presentan diferencias significativas entre las tres altitudes. Para el análisis de Anova se tuvo en cuenta la variable transformada con logaritmo que ajusto a un R cuadrado de 0,90 y un coeficiente de variación de los datos de 10,5, presenta alta significancia la interacción de los días después de defoliación con la localidad. (Anexo 5).

El área foliar específica, representa el índice de densidad foliar y relaciona el área foliar de la hoja con su propio peso, puede ser estimada hallando el cociente entre el área del limbo foliar y su peso seco. Esta variable se determinó como medida derivada, es decir se calculó a partir de otras medidas en campo. Los mayores promedios se presentaron en la altura 1 correspondiente a Pamplona donde se obtuvo 101,68 como media para el AFE, por otro lado, las localidades 2 y 3 siendo Chitagá y Pamplonita presentaron valores similares de los promedios y por eso se indican con la misma letra, es decir no hay diferencias significativas entre los promedios de estas localidades. El R cuadrado para el Anova del área foliar específica se ajustó con un 0,77 y coeficiente de variación de 11,38, presentó una alta relación de interacción y significancia entre el localidad y los días después de defoliación. (Anexo 6).

La variable diámetro ecuatorial del fruto se denomina con la misma letra para las tres alturas ya que los valores promedios de las mediciones fueron similares y no presentó diferencias

significativas siendo de 3,3 cm para Chitagá y pamplona y 3,2 en el localidad 3 de Pamplonita. Sin embargo se pudo establecer por apreciación visual al momento de la cosecha, que los frutos de mayor tamaño se presentaron en Pamplonita. El R cuadrado para diámetro ecuatorial del fruto con 0,96, el coeficiente de variación es aceptado con un 8,5 y presentó existe interacción entre los días después de defoliación y la localidad. (Anexo 7).

Por el contrario el diámetro longitudinal presentó los mayores valores para el localidad 3 o Pamplonita con 4,02 cm, siendo similar al presentado en Chitagá donde la media estuvo por los 3,9 cm, por lo tanto estas localidades se denotan con la misma letra ya que no hay diferencias entre ellos. Para la localidad perteneciente a Pamplona se incluyó en un grupo distinto con una por presentar una media de 3,7 cm. El diámetro longitudinal ajustó con un R cuadrado para el Anova de 0,55 y un coeficiente de variación de 30, habiendo interacción ente la localidad y los días después de defoliación con alta significancia. (Anexo 8).

En lo que se refiere a la acumulación de biomasa en el fruto, el valor más elevado se presentó en la finca de pamplona o altitud 1 con promedio de 9,13 g, el segundo correspondiente al localidad 3 es decir a Pamplonita con 6,97 g se presentan con letras iguales pues pertenecen al mismo grupo lo que supone que no existen diferencias significativas entre esas localidades, el menor valor para peso seco, se obtuvo en Chitagá donde el promedio no logró sobre pasar los 4,2 g, lo cual indica que realmente existen diferencias significativas para esta variable en esta localidad con respecto a los demás. Hubo necesidad de transformar la variable con logaritmo ya que no se ajustaba como primera medida. Para la variable transformada el R cuadrado se obtuvo 0,85, con coeficiente de variación 10,5 y alta interacción entre localidad y el tiempo de defoliación. (Anexo 9).

La variable correspondiente al índice de área foliar tuvo un comportamiento diferente para las tres localidades, siendo el mayor de ellos 6,09 para Pamplona, 5,8 para Chitagá y por último Pamplonita con 4,6, debido principalmente a los tamaños del limbo foliar que se presentaron en menores valores para el localidad tres o Pamplonita donde por adaptación, la hoja presentó menor tamaño. (Anexo 10).

La materia seca del árbol determinada en kg y a partir de otras variables presentó de igual manera un comportamiento diferente para las localidades, siendo congruente con los promedios determinados para índice de área foliar. Existen diferencias significativas entre las tres localidades siendo los mayores promedios para Pamplona con 16,04 kg, Chitagá 15,8 kg y Pamplonita 14,58 kg, lo que corresponde con los valores obtenidos para las variables asociadas a la hoja durante la realización de los muestreos. (Anexo 11).

7.2 Correlación de Pearson para las variables asociadas a la hoja y el fruto

En la tabla 3, de correlación de las variables morfológicas asociadas al fruto y al limbo foliar, se pudo determinar que algunas de estas se encuentran directamente relacionadas con las demás, es decir que existe un nivel de correlación, bajo la tabla de correlación de Pearson es posible determinar qué tan fuerte es dicha relación, para el caso del largo del limbo se puede concluir que está altamente correlacionada con otras variables morfológicas de la hoja como lo son el ancho, el producto de largo por ancho, el área foliar y el peso seco del limbo, oscilando los valores de correlación entre un (0,83**) y (0,93**).

Tabla 3

Correlación de Pearson para las variables morfofisiológicas determinadas en el estudio para tres localidades

	LL	AL	PLA	ALI	PSL	AFE	DMR	DE	DL	PSF	IAF	MSA
LL	–	0,83 **	0,93 **	0,86 **	0,89 **	0,61 **	0,15 **	0,60 **	0,65 **	0,60 **	0,64 **	0,69 **
AL		–	0,93 **	0,86 **	0,88 **	0,64 **	0,13 **	0,60 **	0,65 **	0,60 **	0,74 **	0,68 **
PLA			–	0,92 **	0,93 **	0,61 **	0,11 **	0,55 **	0,60 **	0,55 **	0,66 **	0,65 **
ALI				–	0,92 **	0,65 **	0,09 **	0,51 **	0,55 **	0,51 **	0,63 **	0,64 **
PSL					–	0,42 **	0,14 **	0,56 **	0,68 **	0,65 **	0,74 **	0,76 **
AFE						–	0,06 **	0,24 **	0,31 **	0,24 **	0,32 **	0,30 **
DMR							–	0,36 **	0,33 **	0,36 **	0,16 **	0,21 **
DE								–	0,94 **	0,99 **	0,70 **	0,74 **
DL									–	0,94 **	0,69 **	0,75 **
PSF										–	0,69 **	0,74 **
IAF											–	0,85 **
MSA												–

** La correlación de Pearson es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

LL: largo del limbo, AL: ancho del limbo, PLA: producto del largo por ancho del limbo, ALI: área del limbo foliar, PSL: peso seco del limbo, AFE: área foliar específica, DMR: diámetro medio de la rama, DE: diámetro ecuatorial del fruto, DL: diámetro longitudinal del fruto, PSF: peso seco del fruto, IAF: índice de área foliar del árbol, MSA: materia seca del árbol.

En cuanto a la correlación de la variable del largo del limbo foliar con las asociadas al fruto, es acertado decir que existe correlación positiva media, con valores como por ejemplo (0,60**) para diámetro ecuatorial, (0,65**) para diámetro longitudinal, (0,60**) para peso seco del fruto, (0,64**), para índice de área foliar y (0,69**), para materia seca del árbol.

Asimismo para el ancho del limbo foliar, el valor de correlación más elevado lo presentó directamente con variables asociadas a la hoja como es el caso de producto de largo por ancho,

debido principalmente a la relación fisiológica de distribución de foto asimilados ya que esta origina que el crecimiento de la hoja sea tanto a lo largo como ancho propiciando el desarrollo foliar y por lo tanto la elongación de las células.

La variable evaluada producto de largo por ancho del limbo tiene alta influencia en el desarrollo de otras asociadas a la hoja como lo son área del limbo y área foliar específica, para dicha variable el valor más bajo de correlación lo presentó con al peso seco del fruto, en el nivel de significancia (0,55**).

El área foliar del limbo se encuentra íntimamente relacionado con las demás variables asociadas tanto al fruto como a la hoja ya que según estudios realizados por Quevedo, Arévalo & Cancino, (2012) existe una relación estrecha entre el área foliar del limbo y sus parámetros lineales, es decir la longitud y la anchura. Autores han demostrado que la fluctuación del área foliar es uno de los factores más influyentes en la acumulación de materia seca total por las plantas (Muñoz, et al., 2008)

El peso seco del limbo presentó coeficientes de correlación medios, con variables asociadas al fruto tales como diámetro ecuatorial, (0,56**) longitudinal (0,58**) y peso seco del fruto (0,65**), principalmente por la relación fuente - demanda, dada por la distribución de foto asimilados y la acumulación de biomasa.

El área foliar específica y diámetro de medio de la rama presentan una correlación positiva pero baja con respecto a las demás variables evaluadas.

La relación entre los diámetros ecuatorial y longitudinal es alta debido a que el crecimiento del fruto es directamente proporcional, al aumentar el diámetro ecuatorial, incrementará de igual forma el longitudinal y peso seco del fruto.

El índice de área foliar es uno de los aspectos más importantes para el análisis de la estructura del follaje del cultivo y se relaciona con el área foliar de plantas y la sección de la superficie del suelo que ocupan (Arias, et al., 2007). Presenta alta correlación (0,85**) con la materia seca del árbol debido a que el incremento de la variable IAF afecta de manera directa el aumento de la materia seca del árbol.

7.3 Análisis de crecimiento clásico para las tres localidades

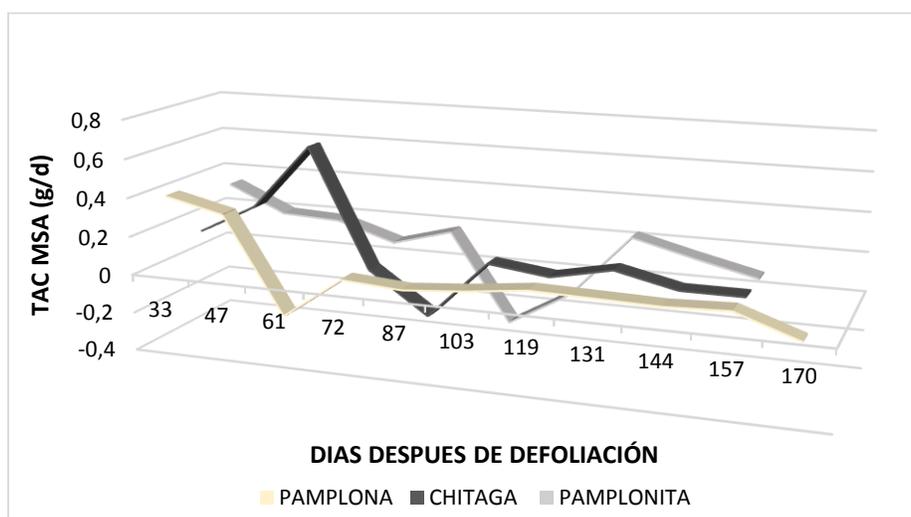


Figura 9. Tasa absoluta de crecimiento para la materia seca del árbol en tres localidades altitudinales

Como muestra la figura 9, inicialmente la potencia de la fuente es mayor en Chitagá que da mucho mayor capacidad para la translocación de fotoasimilados. En la primera fase del crecimiento de fruto cuando se da la citogénesis es decir cuando se encuentra en división celular antes del raleo lo que indica mayor translocación de foto asimilados lo que redundaría en mayor producción, después de raleo se presentó una disminución de la potencia Pamplona y Pamplonita se mantienen estables hasta los 119 días después de defoliación y al final se ve un menor incremento para Pamplona, valores intermedios en Chitagá y una tasa más baja para Pamplonita. Involucro foliar del árbol.

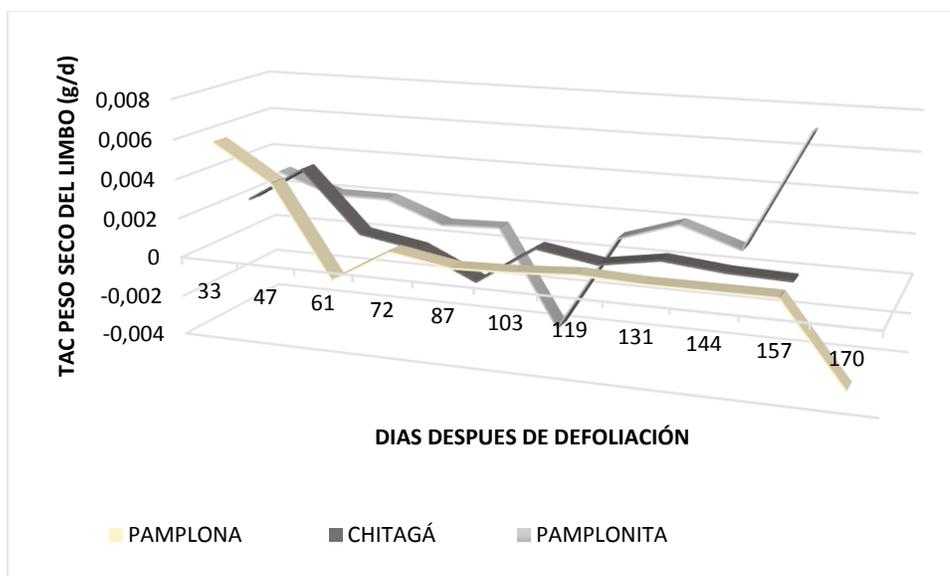


Figura 10. Tasa absoluta de crecimiento para peso seco del limbo en tres localidades

En la figura 10 se indica la tasa absoluta de crecimiento para peso seco del limbo, tomando como referencia el peso seco de 30 hojas se analizó la tasa notándose que es mayor para Pamplona al inicio del crecimiento del fruto, antes del raleo se presentaron los mayores picos en cuanto a la potencia de la fuente para las localidades 1 y 2 correspondientes a Pamplona y Chitagá. Por el contrario, para Pamplonita la mayor potencia de la fuente se presentó después del raleo del fruto, debido principalmente a algún tipo de actividad agronómica como aplicación de aminoácidos o a los cambios de temperatura durante el final del ciclo.

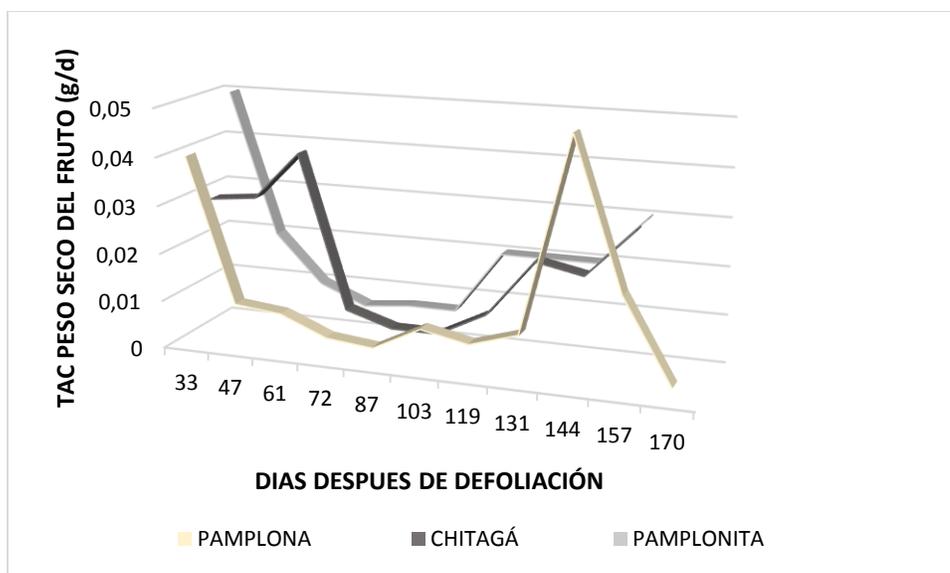


Figura 11. Tasa absoluta de crecimiento para peso seco del fruto en tres localidades

La tasa absoluta de crecimiento como muestra la figura 10, presentó alta actividad en diferenciación y llenado, la potencia de la demanda es fuerte al inicio y al final cuando hay división celular y cuando hay llenado del fruto al tener que absorber los fotoasimilados en la hoja. Esto corresponde a que la Tac tiene dos componentes que es el tamaño de la demanda que corresponde a la materia seca del fruto y la tasa relativa crecimiento del fruto que corresponde a la actividad del fruto según lo expresado por la teoría de Warren Wilson, et al 1981. Durante el raleo se presentó una baja y se mantiene en un mismo valor debido a que tuvo lugar el fenómeno de endurecimiento del cuesco.

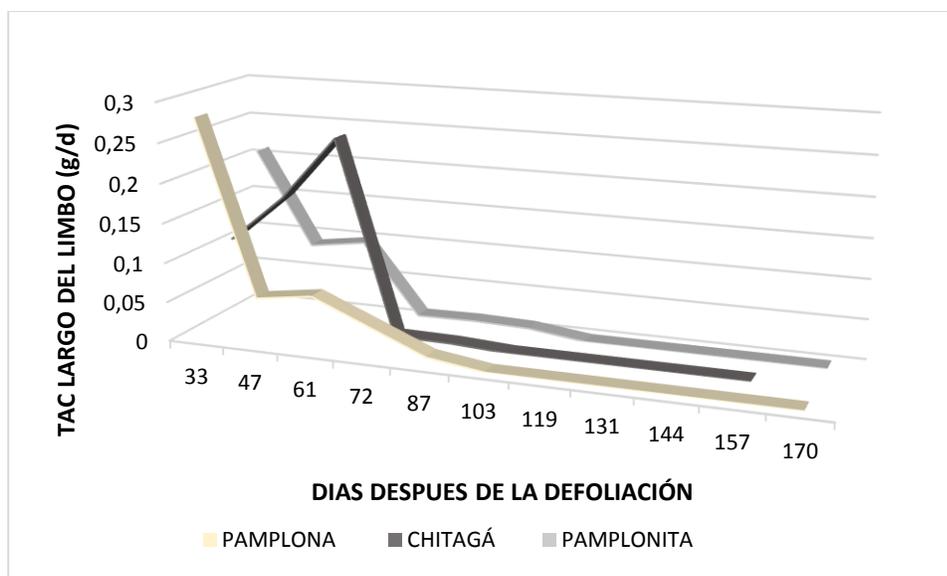


Figura 12. Tasa absoluta de crecimiento para largo del limbo en tres localidades

La figura 12 presenta el comportamiento de la tasa absoluta de crecimiento que inicia con alta actividad lo que indicaría que el crecimiento de la fuente es más acelerado en un inicio lo que permitiría presentar una actividad suficiente para poder suplir la demanda de los frutos coincidiendo con el inicio de la primera curva sigmoideal de crecimiento del fruto. Es marcada la alta actividad en Chitagá lo que podría explicarse por el crecimiento del área foliar y la actividad de la fuente representada por la TAN.

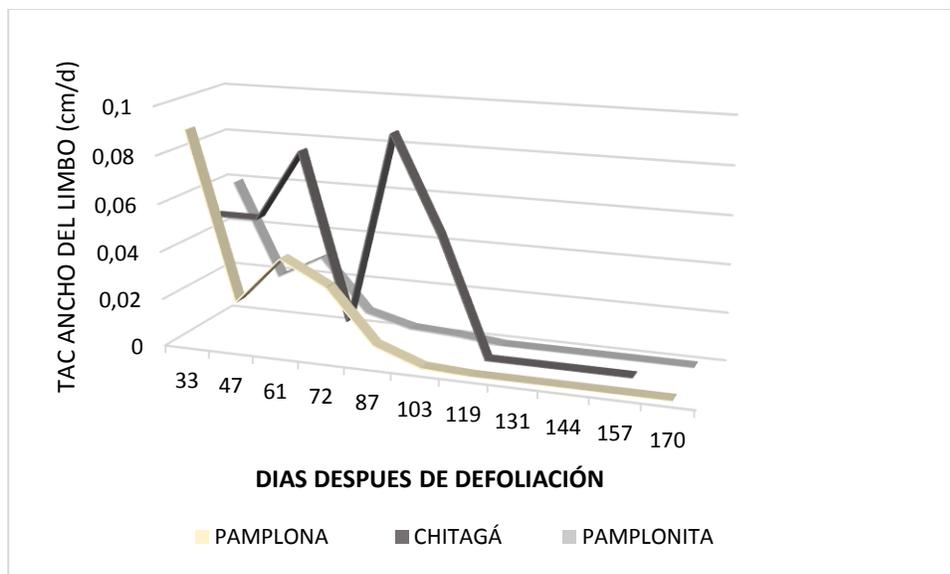


Figura 13. Tasa absoluta de crecimiento para ancho del limbo en tres localidades

La variable indicada en la figura 13, presentó más o menos el mismo comportamiento para Pamplona y Pamplonita siendo mayor la actividad al inicio del periodo de muestreo antes del endurecimiento del cuesco en Chitagá explicado al parecer por los ambientes contrastantes que se presentan entre la cuenca del Orinoco (Chitagá) y la cuenca del Catatumbo (Pamplona y Pamplonita) y mucho menor después del raleo del fruto hasta el estadio de maduración en las tres localidades.

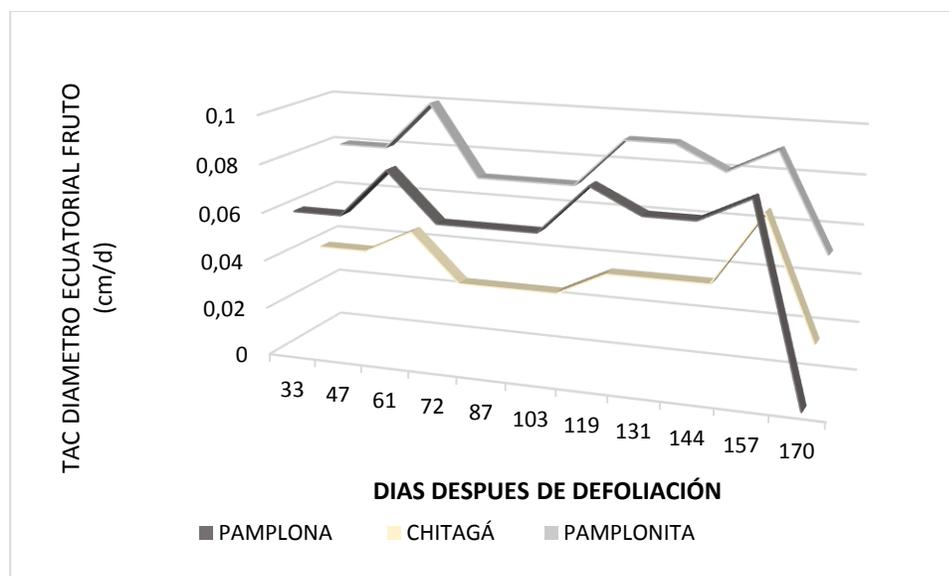


Figura 14. Tasa absoluta de crecimiento diámetro ecuatorial del fruto en tres localidades

La tasa absoluta de crecimiento para el diámetro ecuatorial del fruto, como se muestra en la figura 14, Es mas alta en Pamplonita, la tasa de la demnada es menor en Pamplona y tiene un comportameinto parecido a la potencia generada por el tamaño de la fuente. Tiene tres aumentos de valor y uno de los picos de incremento de la actividad de la demanda para esta característica concuerda con la epoca de raleo, que consiste en el endurecimiento del cuesco y terminacion de la primera curva sigmoideal de crecimiento del fruto que corresponde a la citocinesis. El crecimiento del fruto del duraznero (*P. persica* (L) Batsch) variedad Jarillo se encuentra dividido en tres etapas: inicialmente el incremento de la mitosis en el fruto, durante las dos o tres primeras semanas de su desarrollo y, luego, se reduce drásticamente, la segunda etapa, incremento escaso en el mesocarpio, reducción general del crecimiento, cesa la elongación celular, tanto en el plano tangencial como en el longitudinal, el evento más importante en esta etapa es la lignificación del endocarpio, que comienza a finales de la primera etapa de crecimiento del fruto y se acentúa en la segunda y, en algunos casos, según la variedad, se prolonga hasta la tercera etapa. En la etapa

tres, la última fase de crecimiento de los frutos, se muestra un incremento rápido de los pesos seco y fresco en el mesocarpio (Pinzón, Morillo & Fisher, 2014).

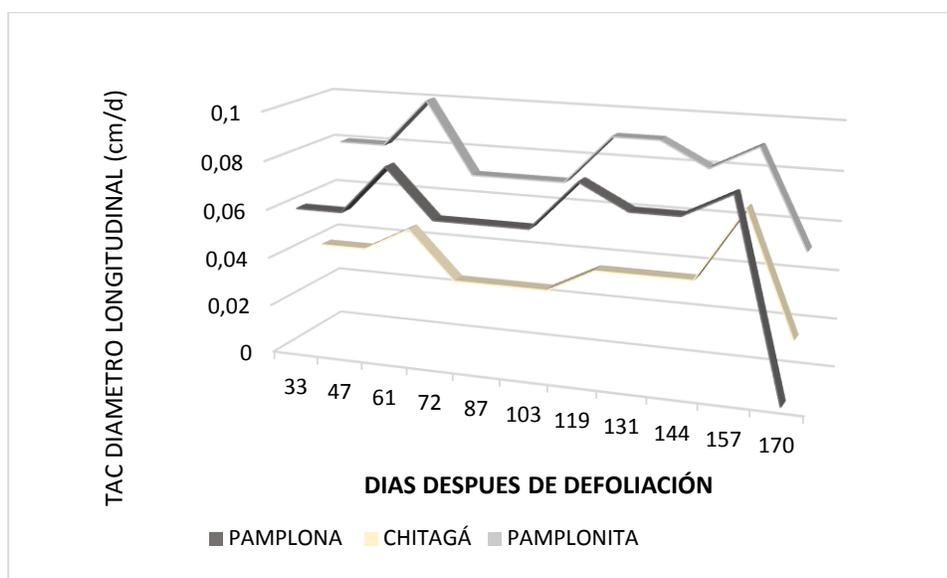


Figura 15. Tasa absoluta de crecimiento para diámetro longitudinal del fruto en tres localidades.

La tasa absoluta de crecimiento del diámetro longitudinal mostrado en la figura 15, tiene el mismo comportamiento con tres picos de aumento, Pamplonita tiene mayor demanda de fotoasimilados y es menor este fenómeno en Chitagá. Los incrementos en la tasa absoluta de crecimiento coinciden con las fases de crecimiento del fruto. Estudios realizados por Parra, Jacobo, Castro & Salmerón, (2014) demostraron que el raleo está directamente relacionado con la superficie foliar que existe en el árbol, así como por la competencia temprana por fotoasimilados entre los frutos. Los resultados indicaron que a mayor carga de fruto el rendimiento aumenta y el tamaño del fruto disminuye, asimismo que la posición del brote en la rama y el número de frutos afectan el crecimiento vegetativo.

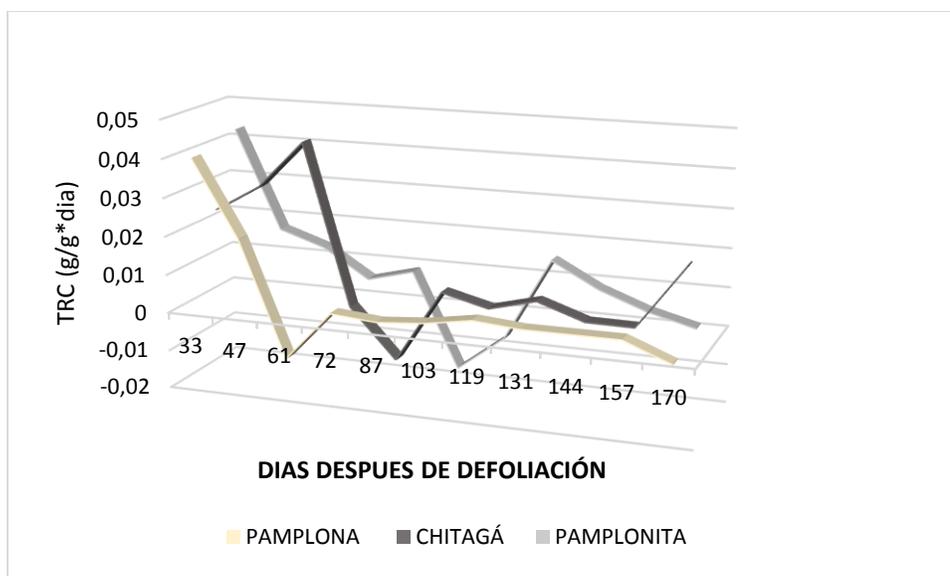


Figura 16. Tasa relativa de crecimiento del cultivo en tres localidades

La figura 16 muestra la tasa relativa de crecimiento que indica la actividad de la demanda representa el comportamiento de la carga y descarga del floema. El comportamiento es diferente en cada una de las zonas hay mayor descarga en Chitagá antes del raleo.

Las localidades de Pamplona y Pamplonita presentaron los mayores valores al inicio de la toma de los muestreos específicamente a los 33 DDD, significa que en la etapa inicial de desarrollo del cultivo para estas alturas fue más eficiente la elaboración de nuevo material. Para el caso de Chitagá el pico más alto de eficiencia se presentó a los 61 DDD. En general las tres altitudes presentaron un comportamiento similar en la TRC durante el ciclo de producción ya que los valores más altos fueron disminuyendo progresivamente hasta alcanzar incluso valores negativos. Las tasas relativas de crecimiento máximas para las tres altitudes fueron 0,04 para Pamplona, 0,043 Pamplonita y 0,043 para Chitagá $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{semana}^{-1}$

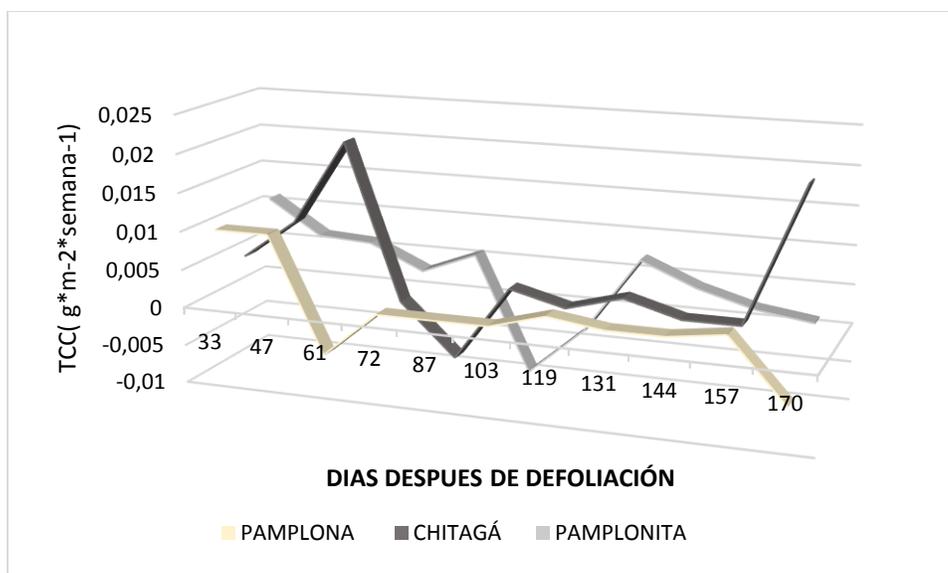


Figura 17. Tasa de crecimiento del cultivo en tres localidades

La figura 17, muestra el comportamiento de la tasa de crecimiento del cultivo, La TCC indica eficiencia en el incremento de materia seca, se espera que la altitud más eficiente en materia seca sea la más productiva agrónomicamente por la estrecha relación entre la materia seca y el rendimiento.

La TCC presentó fluctuaciones, mostrando tres puntos de incremento para cada localidad presentándose en Pamplona a los 47 DDD, Chitagá a los 61 DDD es decir antes de raleo y Pamplonita a los 131 DDD después de raleo, pudiéndose deducir que este factor tiene alta influencia en la acumulación de materia seca ya que esta fue mayor para las localidades 1 y 2 de Pamplona y Chitagá. El valor máximo para TCC se obtuvo en Chitagá con $0,021 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{semana}^{-1}$ y la menor TCC se obtuvo para el localidad 1 de Pamplona con $-0,0093 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{semana}^{-1}$.

Como índice que representa la productividad del cultivo, indica la eficiencia productiva de biomasa por unidad superficie de suelo y por unidad de tiempo. El incremento de los valores

observados para la TCC durante el ciclo del cultivo se puede decir que están relacionados con el aumento de materia seca de material vegetal y el fruto del duraznero.

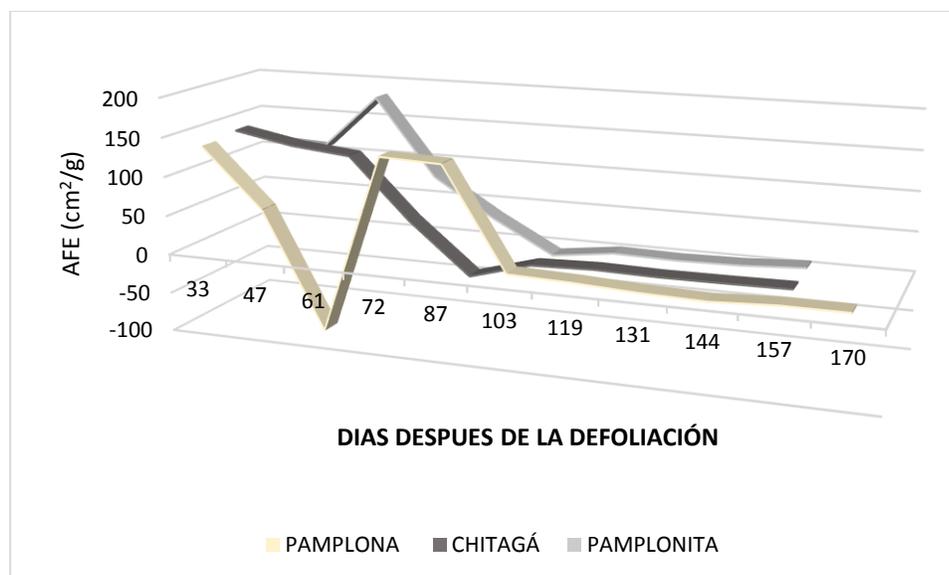


Figura 18. Área foliar específica en tres localidades

La figura 18 indica el comportamiento del área foliar específica que es el máximo grosor que concuerda con el raleo y disminuye después de esa práctica. El área foliar específica presentó los mayores valores para el municipio de Pamplonita entre los 61 y 72 DDD, para Pamplona y Chitagá entre los 47 y 61 DDD. Para los tres sitios de evaluación luego de alcanzar el pico más alto, este disminuye progresivamente hasta alcanzar valores constantes. El crecimiento de la planta disminuye con el paso del tiempo por la baja radiación solar capaz de llegar a todas las partes del dosel de las plantas. Las diferencias y similitudes entre los sitios de evaluación se pueden atribuir específicamente al manejo agronómico.

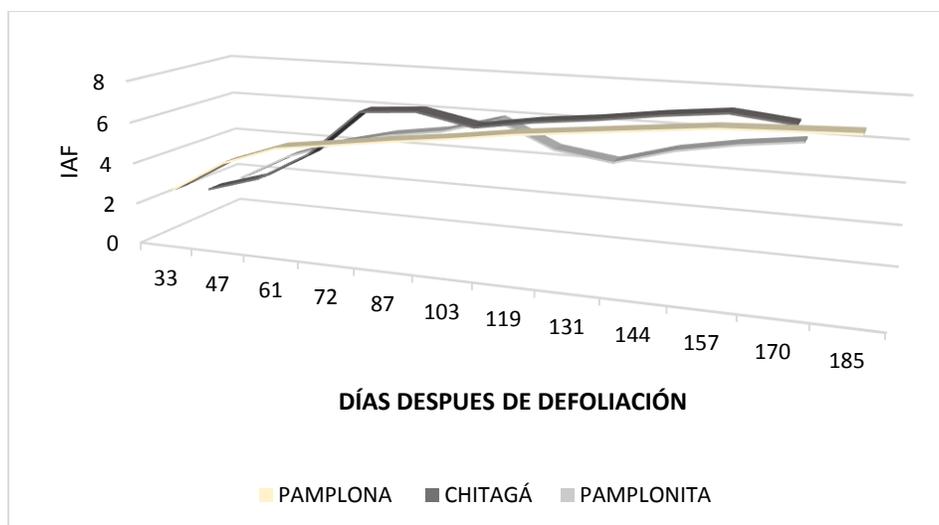


Figura 19. Índice de área foliar en tres altitudes

En la figura 19, se indica la variable evaluada índice de área foliar, La producción de la materia seca se relaciona de manera directa con el área foliar, por lo tanto si este, es alto se espera que la materia seca también lo sea, para el caso de las localidades evaluados el máximo índice de área foliar se presentó para finales del ciclo a los 170 DDD para las tres localidades esto implica que se soporta la máxima tasa de materia seca, y se consigue cuando el cultivo intercepta virtualmente toda la radiación fotosintéticamente activa disponible. Por otra parte se tiene en cuenta aproximadamente a los 120 DDD la hoja disminuye crecimiento para dar paso a los nutrientes a directamente a la demanda y no ocasionar competencia con el fruto. Los valores óptimos para el índice de área foliar que es otro determinante del rendimiento son parecidos a los obtenidos en otras especies perennes tropicales telas como el cacao y la Palma africana en valores de alrededor de 6.

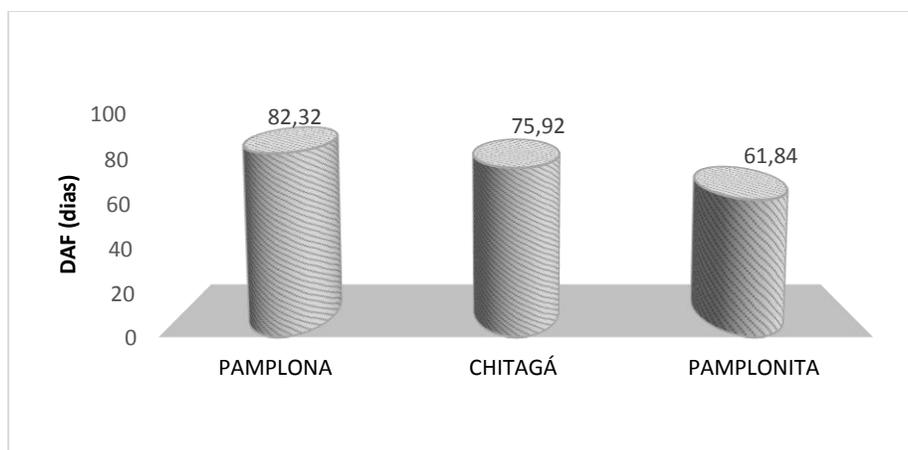


Figura 20. Duración de área foliar en tres localidades.

La figura 20, muestra el comportamiento de la duración de área foliar, el medio ambiente o altura con mayor DAF indica que es el sitio con mejores características para que el área foliar o tamaño de la fuente pueda alcanzar la máxima tasa fotosintética (Determinante de rendimiento). Pamplona presentó una duración de área foliar de 82 días como siendo la DAF, un efecto fisiológico compensatorio al acumular menor cantidad de grados días calor que las otras localidades, la DAF para Chitagá fue de 75 días y en Pamplonita de 61 días. Este índice relaciona el IAF con el tiempo y representa la capacidad de producción de hojas en el periodo de crecimiento del cultivo, la longevidad de las hojas depende de varios factores tales como: el ambiente y la potencia de la demanda. Estudios realizados por Santos, Segura & Núñez, (2010) en cuatro variedades de papa obtuvieron que el tubérculo a medida que va creciendo y tomando mayor potencia como demanda de la fotoasimilados, hace disminuir el sistema radical en razón a que la toma de nutrientes como nitrógeno se reduce y los tubérculos comienzan a extraer rápidamente los elementos de las hojas, disminuyendo su longevidad.

7.4 Grados días calor y duración de las etapas fenológicas en las localidades

La variedad Jarillo se considera de bajo requerimiento de horas frío, pero exigente en la acumulación de grados días calor, en la tabla 4 se presentan los días transcurridos entre cada estadio fenológico así como como los grados días calor para completar cada etapa y los acumulados por estadio para cada localidad.

Tabla 4

Escala fenológica BBCH, finca Las Delicias, municipio de Pamplona, vereda Chichira, defoliación Enero 20 de 2015.

ETAPA FENOLÓGICA	FECHA	DÍAS DESPUÉS DE LA DEFOLIACIÓN	GDC	GDC ACUMULADO S
Estadio 0. Desarrollo de las yemas	29 Enero-15	9 DDD	125,2	125,2
Estadio 1. Desarrollo foliar	7 Febrero-15	18 DDD	160,5	285,7
Estadio 3. Crecimiento longitudinal de los brotes terminales	18 Febrero-15	29 DDD	103,5 9	389,2
Estadio 5. Aparición del órgano floral	25 Febrero-15	36 DDD	101,1 3	490,42
Etapa 6. Plena floración	4 Marzo-15	43 DDD	164,6	655,02
Etapa 7. Formación de fruto	15 Marzo-15	54 DDD	2196, 9	2851,02
Estadio 8. Maduración del fruto	12 Agosto-15	204 DDD	694,4	3545,4
Estadio 9. Senescencia y comienzo del reposo vegetativo	23 Septiembre- 15	245 DDD	612	4157,4

Pinzón, Morillo & Fisher, (2014) aducen que Para el crecimiento del duraznero en cultivos comerciales se necesita temperaturas mínimas de 12 a 13°C anuales. Las temperaturas del trópico entre 14 y 20°C han favorecido la producción continua, donde se ha demostrado que temperaturas de alrededor de 18°C son las óptimas para para el crecimiento, la floración y el desarrollo del fruto en caducifolios.

Para los resultados obtenidos de la acumulación de grados días calor por etapa fenológica se tomó como referencia la escala BBCH y se calculó la duración de acontecimiento de las fases, como se muestra en la tabla 4, el primer estadio en suceder fue el estadio 0 o desarrollo de las yemas el cual apareció a los 9 DDD, este estadio se presenta cuando el árbol termina el reposo vegetativo y el primer síntoma es que las yemas foliares se presentan hinchadas, los grados días calor necesarios para completar esta fase fueron $125,2^{\circ}\text{C}$, con una temperatura media diaria en promedio para los nueve días de $18,41^{\circ}\text{C}$ a los que se les restó la temperatura base del cultivo de $4,5^{\circ}$ por debajo de la cual cesa la actividad fisiológica.

La segunda etapa fenológica en evidenciarse fue el estadio 1 o de desarrollo foliar tomando como fecha de aparición el 7 de febrero de 2015 a los 18 DDD, los grados días calor necesarios para completar dicha fase fueron $160,5^{\circ}\text{C}$ y una temperatura media promedio de $19,09^{\circ}\text{C}$ para el periodo de duración de dicha fase, para los dos estadios completados se calculó un total de $285,7^{\circ}\text{C}$ grados días calor acumulados.

El tercer estadio en presentarse fue el desarrollo longitudinal de los brotes terminales con fecha de aparición de 18 de febrero de 2015, a los 29 DDD, esta fase tuvo un periodo de duración de 7 días con una acumulación de $103,59^{\circ}$ grados días calor para completar la fase y una temperatura media diaria promedio de $19,2^{\circ}\text{C}$, hasta esta fase se tuvieron acumulados un total de $389,2^{\circ}\text{C}$.

El siguiente estadio en aparecer es el 5, denominado aparición del órgano floral determinándose como día de inicio el 25 de febrero de 2015 a los 36 DDD, con una duración de 7 días y grados días calor para completar esta fase de $101,13^{\circ}\text{C}$ y una temperatura media promedio de $18,9^{\circ}\text{C}$ para el intervalo de duración de la fase con una acumulación hasta ese momento de $490,4^{\circ}\text{C}$.

El sexto estadio de plena floración tuvo como fecha de inicio el día 4 de marzo de 2015 a los 43 DDD con una duración aproximada de 11 días para los cuales la temperatura media promedio

fue de 19,4°C y los grados necesarios para la complementación de la fase fueron 164,6° y los acumulados hasta ese momento de 655,02°C.

El estadio 7 es la formación del fruto tomando como fecha de inicio el día 15 de marzo de 2015 a los 54 DDD con una duración de 150 días hasta el 12 de agosto de 2015, lo grados días calor necesarios para completar dicha fase fueron 2196°C con una temperatura media promedio para el periodo de duración de 19,1°C y grados día calor acumulados este momento de 2851,02°C.

El estadio 8 o de maduración del fruto se presentó a los 204 DDD con fecha de inicio 12 de agosto de 2015 hasta el 22 de septiembre con una duración de 42 días y una acumulación para dicho estadio de 694,4°C, temperatura media promedio para el periodo de duración de 21,03°C y un acumulado hasta el momento de 3545,4°C para los 8 estadios.

El estadio 9 de senescencia y comienzo del reposo vegetativo se llevó a cabo desde el 23 de septiembre de 2015 a los 245 DDD y se encuentra en desarrollo hasta el momento con 612°C y una temperatura media promedio de 20,6°C y un acumulado total para los 9 estadios de 4157°C.

Tabla 5

Escala fenológica BBCH, finca el Recuerdo, municipio de Chitagá vereda de Carrillo, defoliación 20 de Diciembre de 2014.

ETAPA FENOLÓGICA	FECHA	DÍAS DESPUÉS DE LA DEFOLIACIÓN	GDC	GDC ACUMULADOS
Estadio 0 Desarrollo yema foliar	27 Diciembre-15	8 DDD	99	99
Estadio 1. Desarrollo foliar	4 Enero-15	16 DDD	101,6	200,6
Estadio 3. Crecimiento longitudinal de los brotes terminales	12 Enero-15	24 DDD	87,35	287,95
Estadio 5. Aparición del órgano floral	19 Enero-15	31 DDD	81,7	369,6
Estadio 6. Plena floración	25 Enero-15	37 DDD	140,4	510,05
Estadio 7. Formación de fruto	4 Febrero-15	47 DDD	2046,4	2556,4
Estadio 8. Maduración del fruto	4 Julio-15	197 DDD	459,6	3016,45
Estadio 9. Senescencia y reposo vegetativo	8 Agosto-15	232 DDD	941,65	3957,7

Para la escala fenológica y grados días calor acumulados obtenidos para la finca el Recuerdo del municipio de Chitagá se obtuvieron los siguientes resultados.

El primer estadio en aparecer o estadio 0, desarrollo de las yemas el cual sucedió a los 8 DDD, este estadio se presenta cuando el árbol termina el reposo vegetativo y como primera señal las yemas foliares se presentan hinchadas, los grados días calor necesarios para completar esta fase fueron 99°C , con una temperatura media diaria en promedio para los 8 días de 17°C a los que se les restó la temperatura base del cultivo de $4,5^{\circ}$ por debajo de la cual no se presenta desarrollo.

La segunda etapa fenológica en evidenciarse fue el estadio 1 o desarrollo foliar tomando como fecha de aparición el 4 de enero de 2015 a los 16 DDD, los grados días calor necesarios para completar dicha fase fueron $101,6^{\circ}\text{C}$ y una temperatura media promedio de $17,2^{\circ}\text{C}$ para el periodo de duración de dicha fase, para los dos estadios completados se calculó un total de $200,6^{\circ}\text{C}$ grados días calor acumulados.

El tercer estadio en presentarse fue el desarrollo longitudinal de los brotes terminales con fecha de aparición de 12 de enero de 2015, a los 24 DDD, esta fase tuvo un periodo de duración de 7 días con una acumulación de $87,35^{\circ}\text{C}$ grados días calor para completar la fase y una temperatura media diaria promedio de $16,9^{\circ}\text{C}$, hasta esta fase se tuvieron acumulados un total de $287,95^{\circ}\text{C}$.

El siguiente estadio en aparecer es el 5 denominado aparición del órgano floral determinándose como día de inicio el 19 de enero de 2015 a los 31 DDD, con una duración de 6 días y grados días calor para completar esta fase de $81,7^{\circ}\text{C}$ y una temperatura media promedio de $18,11^{\circ}\text{C}$ para el intervalo de duración de la fase con una acumulación hasta ese momento de $369,6^{\circ}\text{C}$.

El sexto estadio de plena floración tuvo como fecha de inicio el día 25 de enero de 2015 a los 37 DDD con una duración aproximada de 10 días para los cuales la temperatura media promedio

fue de 18,54°C y los grados necesarios para la complementación de la fase fueron 140,4°C y los acumulados hasta ese momento de 510,05°C.

El estadio 7 es la formación del fruto tomando como fecha de inicio el día 4 de febrero de 2015 a los 47 DDD con una duración de 150 días hasta el 3 de julio de 2015, lo grados días calor necesarios para completar dicha fase fueron 20146,4°C con una temperatura media promedio para el periodo de duración de 18,14°C y grados día calor acumulados este momento de 2556,4 °C.

El estadio 8 o maduración del fruto se presentó a los 197 DDD con fecha de inicio 4 de julio de 2015 hasta el 7 de agosto con una duración de 35 días y una acumulación para dicho estadio de 459,6°C, temperatura media promedio para el periodo de duración de 17,6°C y un acumulado hasta el momento de 3016,45°C para los 8 estadios.

El estadio 9 de senescencia y comienzo del reposo vegetativo se llevó a cabo desde el 8 de agosto de 2015 a los 232 DDD y hasta el 14 de octubre de 2015 con una duración de 68 días de reposo y un total de 941,65°C, una temperatura media promedio de 18,34°C y un acumulado total para los 9 estadios de 3957,7°C.

Tabla 6

Escala fenológica BBCH, finca Buenavista, municipio de Pamplonita, vereda Batagá, defoliación Noviembre 26 de 2014.

ETAPA FENOLÓGICA	FECHA	DÍAS DESPUES DE LA DEFOLIACIÓN	GDC	GDC ACUMULADOS
Estadio 0. Desarrollo de las yema foliar	7 Diciembre-14	11 DDD	116,58	116,58
Estadio 1. Desarrollo de las hojas	14 Diciembre-14	18 DDD	79,04	195,62
Estadio 3. Crecimiento longitudinal de los brotes terminales	19 Diciembre-14	24DDD	59,87	255,49
Estadio 5. Aparición del órgano floral	23 Diciembre-15	28 DDD	82,67	338,16
Estadio 6. Plena floración	28 Diciembre-15	33 DDD	129,5	467,6

Estadio 7. Formación de fruto	4 Enero-15	40 DDD	2570,8	3038,46
Estadio 8. Maduración del fruto	30 Mayo-15	186 DDD	463,1	3501,5
Estadio 9. Senescencia y reposo vegetativo	26 Junio-15	213 DDD	1491,05	4992,61

Para la finca Buenavista del municipio de Pamplonita ubicada a 1650 msnm como se muestra en la tabla 6, los resultados en cuanto a acumulación de grados días calor y duración de etapas fenológicas se describen a continuación.

El primer estadio de desarrollo correspondiente al estadio 0 o desarrollo de las yemas foliares se llevó a cabo desde el 7 de diciembre de 2014 a los 11 DDD con una duración para dicho estadio de 7 días y una temperatura media promedio para el intervalo de 21,15°C, una acumulación durante la etapa de 116,58°C para completar la misma.

El segundo estadio de desarrollo o estadio 1 de desarrollo foliar tuvo como fecha de aparición el día 14 de diciembre de 2014 a los 18 DDD con una acumulación para a etapa de 79,04°C y una temperatura media promedio para los 5 días de 20,3°C, acumulando para los dos estadios fenológicos de desarrollo un total de 195,62°C.

El tercer estadio en presentarse fue el desarrollo longitudinal de los brotes terminales con fecha de aparición de 19 de diciembre de 2014, a los 24 DDD, esta fase tuvo un periodo de duración de 4 días en los que acumuló de 59,87°C grados días calor para completar la fase y una temperatura media diaria promedio de 19,4°C, hasta esta fase se tuvieron acumulados un total de 255,49°C.

El siguiente estadio en aparecer fue el 5 denominado aparición del órgano floral determinándose como día de inicio el 23 de diciembre de 2014 a los 28 DDD, con una duración de 6 días y en los que se presentó un temperatura media promedio de 21,34 °C y se acumularon

82,67 °C grados días calor para completar esta fase y una acumulación hasta ese momento de 338,16°C.

El sexto estadio de plena floración tuvo como fecha de inicio el día 28 de diciembre de 2014 a los 33 DDD con una duración aproximada de 7 días para los cuales la temperatura media promedio fue de 23°C y los grados necesarios para la complementación de la fase fueron 129,5°C y los acumulados hasta ese momento de 467,6°C. En comparación con las demás localidades la acumulación de grados días calor es mayor y la duración de las etapas fenológicas por consiguiente es menor.

El estadio 7 es la formación del fruto tomando como fecha de inicio el día 4 de enero de 2015 a los 40 DDD con una duración de 146 días hasta el 29 de mayo de 2015, lo grados días calor necesarios para completar dicha fase fueron 2570,8°C con una temperatura media promedio para el periodo de duración de 22,10°C y grados día calor acumulados este momento de 3038,4 °C.

El estadio 8 o maduración del fruto se presentó a los 186 DDD con fecha de inicio 30 de mayo de 2015 hasta el 26 de junio con una duración de 27 días y una acumulación para dicho estadio de 463,1°C, temperatura media promedio para el periodo de duración de 21,6°C y un acumulado hasta el momento de 3501,5°C para los 8 estadios.

El estadio 9 de senescencia y comienzo del reposo vegetativo se llevó a cabo desde el 26 de junio de 2015 a los 213 DDD y hasta el 16 de septiembre de 2015 con una duración de 83 días de reposo y un total de 1491,05°C una temperatura media promedio de 22,4°C y un acumulado total para los 9 estadios de 4992,61°C.

Estudios similares realizados por (Chaar & Astorga, 2012) que determinaron el requerimiento de frío y de calor en cinco cultivares de duraznero mediante un método de correlación, con datos de fecha de plena floración y temperatura del aire de siete años, en el este

de Mendoza (Argentina). Obtuvieron como resultado una fluctuación en el requerimiento, de calor entre 2177 y 6490 horas grado de crecimiento. Concluyendo que la determinación de la variación interanual en los requerimientos de frío y de calor y su relación con las condiciones de temperatura media del aire, permiten diseñar prácticas de manejo tendientes a mejoramiento de la producción y reducción de las pérdidas por heladas.

7.5 Modelos de regresión para las variables asociadas a la hoja y el fruto

Las ecuaciones obtenidas a través de los modelos de regresión son aplicables a la hora de realizar estimaciones sobre la variable en cuestión, conociendo los días transcurridos después de la defoliación se reemplazan en DDF, siendo los demás valores constantes obtenidas mediante el análisis estadístico que se realizó siempre función del tiempo como variable independiente. Las ecuaciones se constituyen en un método de fácil aplicación y de tipo no destructivo lo que implica no causar daños mecánicos o por manipulación a los órganos de la planta.

Tabla 7

R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el largo del limbo, estadio 7 de desarrollo del cultivo las tres localidades para el duraznero variedad Jarillo

ECUACION	1	2	3	4
	$LL=0,274+0,167*DDF-0,001*DDF^2$	$LL =12,815-270,862*DDF$	$LL =-5,767+0,394*DDF-0,003*DDF^2+(7,616*10^{-6})*DDF^3$	$LL =2,660-37,311*DDF$
R ² modelo	0,522	0,538	0,568	0,653
R ² modelo ajustado	0,521	0,537	0,567	0,653
ANAVA	***	***	***	***
Valor de $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$	NS,*** y ***	*** y ***	***, ***,*** y ***	*** y ***

Las variables por modelo fueron: LL: largo del limbo (cm), DDF: días después de defoliación. **: Significativos con un p=0,01. ***: Significativos con un p=0,001.

La tabla 7 muestra los mejores modelos para explicar el comportamiento de la variable largo del limbo fueron cuadrático con un R cuadrado de 0,52, inverso 0,53, cúbico 0,56 y sigmoideal de 0,65. De estos modelos el que mejor puede explicar el comportamiento del largo del limbo a través de los muestreos para las tres altitudes es el sigmoideal que presentó la ecuación 4, LL=

2,660 37,311 **DDF**, donde la variable dependiente es el largo del limbo y la independiente el tiempo o los días después de defoliación. La significancia del Anova para la variable determinada es alta con un $p=0,001$, sería relevante para el momento de realizar estimaciones, de igual manera los betas estimados para la ecuación son altamente significativos en el nivel $p=0,001$. Sin embargo al validar los supuestos a la variable, se evidencia que los datos no son normales, no cumple con homocedasticidad, independencia, ni linealidad, al comprobar el supuesto de no colinealidad, es el único que se cumple para el caso determinado de largo del limbo. Fisiológicamente el modelo es acertado ya que se presentó un incremento marcado del crecimiento de la hoja hasta los 120 días aproximadamente siendo de ahí en adelante la longitud constante o con muy poco incremento. (Anexo 12).

Tabla 8

R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el ancho del limbo, estadio 7 de desarrollo del cultivo las tres localidades para el duraznero variedad Jarillo.

ECUACION	5	6	7	8
	$AL=0,155+0,624*DDF$	$AL=4,019-97,479*DDF$	$AL=-2,5+0,136*DDF-0,001*DDF^2+(2,631*10^{-6})*DDF^3$	$AL=1,569-49,167*DDF$
R ² modelo	0,565	0,58	0,605	0,698
R ² modelo ajustado	0,564	0,579	0,604	0,698
ANAVA	***	***	***	***
Valor de $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$	*** y ***	*** y ***	***, ***, *** y ***	*** y ***

Las variables por modelo fueron AL: ancho del limbo (cm), DDF: días después de defoliación. **: Significativos con $p=0,01$. ***: Significativos con un $p=0,0001$.

La tabla 8 indica que para la variable ancho de limbo los mejores modelos que dan explicación a su crecimiento, son potencia con un R cuadrado de 0,56, inverso 0,58, cúbico 0,60, y sigmoidal 0,69. El modelo escogido para explicar el comportamiento de la variable ancho del limbo es el sigmoidal ya que presentó el R cuadrado más alto, cuya ecuación está dada por $AL=1,569-49,167 DDF$, donde ancho del limbo es la variable dependiente y los días después de defoliación la variable independiente ya que el crecimiento del limbo se presentó en función del

tiempo. El Anova y los betas 1 y 2 son altamente significativos en el nivel $p=0,001$. No obstante al validar los supuestos a la variable, se puede afirmar que no cumple con independencia, linealidad, homocedasticidad, y los datos no presentan distribución normal, sin embargo se cumple el supuesto de colinealidad y fisiológicamente el modelo es aceptado ya que el crecimiento del limbo es marcado entre los 120 y 130 días después de defoliación, luego de este periodo el aumento es constante o muy bajo para la variable. (Anexo 13).

Tabla 9

R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el producto de largo por ancho del limbo, estadio 7 de desarrollo del cultivo las tres localidades para el duraznero variedad Jarillo.

ECUACION	9	10
	PLA=0,166+1,093*DDF	PLA=4,228-86,321**DDF
R ² modelo	0,578	0,716
R ² modelo ajustado	0,577	0,716
ANAVA	***	***
Valor de β_1 y β_2	*** y ***	*** y ***

Las variables por modelo fueron: PLA: producto de largo por ancho del limbo (cm^2), DDF: días después de defoliación. **: Significativos con un $p=0,01$. ***: Significativos con un $p=0,001$.

La tabla 9 indica los modelos mejor ajustados para explicar el crecimiento del producto de largo por ancho del limbo fueron potencia con R cuadrado de 0,57 y sigmoidal 0,71, se elige el modelo sigmoidal que genera la ecuación **PLA=4,228-86,321DDF** donde el producto de largo por ancho del limbo es la variable dependiente y los días después de defoliación la independiente ya que el crecimiento se presentó en función del tiempo. La alta significancia de la variable dependiente que en este caso es el producto de largo por ancho del limbo y los coeficientes de los parámetros que son altos para los niveles de $p=0,001$ indican que tanto el modelo como los parámetros a estimar son relevantes al momento de explicar el comportamiento. A nivel fisiológico el limbo crece proporcionalmente a lo largo y a lo ancho y este crecimiento se presenta aproximadamente hasta los 120 DDD, donde la hoja detiene o disminuye su crecimiento

para dar paso y no generar competencia con el crecimiento del fruto. Según (Casierra, et al., 2008) estudios realizados en cuanto a métodos no destructivos para calcular la ecuación más confiable de predicción del área foliar, en seis especies frutícolas cultivadas en Boyacá, Colombia, a través de mediciones lineales de la geometría de la hoja. Las especies evaluadas fueron fresa, uchuva, feijoa, mora, curuba y brevo. Las ecuaciones, se calcularon con mediciones de la longitud y ancho de la hoja y del área foliar de 500 hojas, de cada especie, a través de análisis de regresión. Concluyeron que el uso del producto de la longitud por el ancho de la hoja, como variable, fue muy acorde para predecir el área foliar en las especies evaluadas. Con respecto a la validación de los supuestos, los datos no tienen una distribución normal, no se cumple independencia, linealidad, ni homocedasticidad, sin embargo se cumple el supuesto de no colinealidad. (Anexo 14).

Tabla 10

R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el área del limbo, estadio 7 de desarrollo del cultivo las tres localidades para el duraznero variedad Jarillo.

ECUACION	11	12
	ALI=0,286+0,908*DDF	ALI=3,740-70,868*DDF
R ² modelo	0,580	0,702
R ² modelo ajustado	0,579	0,702
ANAVA	***	***
Valor de β_1 y β_2	***y***	*** y ***

Las variables por modelo fueron: ALI: área del limbo (cm²), DDF: días después de defoliación. **: Significativos con un p=0,01. ***: Significativos con un p=0,001.

Según la tabla anterior el mejor modelo que se ajustó para el tipo de condiciones fueron potencia con R cuadrado de 0,57 y sigmoïdal con 0,70, dado por la ecuación la ecuación **ALI=3,740-70,868DDF**. Donde la variable dependiente es el área del limbo foliar y la independiente los días después de defoliación los Anavas y los betas presentan alto nivel de significancia para el caso de p=0,001. Es importante resaltar que los datos no presentan una

distribución normal, ni se cumple con los demás supuestos del modelo, a excepción de no colinealidad. Se puede concluir que los días después de defoliación tienen una alta influencia en el cambio o aumento de área foliar que afecta directamente la distribución de fotoasimilados y la relación fuente demanda.

Se hace referencia a trabajos similares por (Curiel, et al., 2007), quien encontró que para estimar el área foliar de la hoja las variables independientes más importantes son ancho de la lámina y el largo de la lámina, en función del tiempo.

Tabla 11

R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el peso seco del limbo, estadio 7 de desarrollo del cultivo las tres

ECUACION	13	14	15	16
	$PSL=0,296-7,909*DDF$	$PSL=-0,192+0,010*DDF-(8,189*10^{-5})*DDF^2+(2,260*10^{-7})*DDF^3$	$PSL=0,007+0,731*DDF$	$PSL=-1,035-55,463*DDF$
R ² modelo	0,504	0,514	0,593	0,679
R ² modelo ajustado	0,503	0,513	0,592	0,679
ANAVA	***	***	***	***
Valor de $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$	*** y ***	***, ***, *** y ***	*** y ***	*** y ***

localidades para el duraznero variedad Jarillo.

Las variables por modelo fueron: PSL: peso seco del limbo, DDF: días después de defoliación. **: Significativos con un $p=0,01$. ***: Significativos con un $p=0,001$.

La tabla 11 muestra la determinación de los modelos de explicación peso seco del limbo se tuvo en cuenta los cuatro modelos con R cuadrado más alto, como lo fueron inverso con 0,50, cúbico 0,51 con, potencia con 0,59 y sigmoidal 0,67. Para la determinación del peso seco del limbo se tuvo como variable independiente los días después de la defoliación, el modelo que mejor ajustó para dicha variable fue el sigmoidal que presentó alta significancia en nivel de $p=0,001$, tanto para la variable como para los coeficientes de determinación de la ecuación $PSL=-1,035-55,463DDF$, al momento de validación de los modelos es acertado decir que los

datos no cumplen una distribución normal y no se cumplen los supuestos de linealidad, independencia ni homocedasticidad, solo se cumple no colinealidad. Agronómicamente el modelo es acertado ya que el peso depende de igual manera con el aumento de los parámetros lineales del limbo como lo son el largo y ancho además de que está influenciado por el aumento en el área foliar. (Anexo 15).

Tabla 12

R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el diámetro ecuatorial, estadio 7 de desarrollo del cultivo las tres localidades para el duraznero variedad Jarillo.

ECUACION	17	18	19	20
	$DE = 1,841 - 59,364 * DDF$	$DE = 0,629 + 0,026 * DDF$	$DE = 0,788 + 0,022 DDF + (1,79 * 10^{-5}) * DDF^2$	$DE = -1,613 + 0,112 * DDF - 0,001 * DDF^2 + (3,028 * 10^{-6}) * DDF^3$
R ² modelo	0,858	0,862	0,862	0,895
R ² modelo ajustado	0,858	0,861	0,862	0,895
ANAVA	***	***	***	***
Valor de $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$	*** y ***	*** y ***	***, NS, *** y ***	***, ***, *** y ***

Las variables por modelo fueron: DE: diámetro ecuatorial del fruto (cm), DDF: días después de defoliación. **: Significativos con un $p=0,01$. ***: Significativos con un $p=0,001$.

La tabla 12 indica la explicación del comportamiento de la variable diámetro ecuatorial del fruto se tuvo en cuenta los siguientes modelos sigmoideal con R cuadrado de 0,85, cuadrático 0,86, lineal 0,86 y cúbico 0,89. Se eligió el modelo de regresión cúbico dado para la ecuación $DE = -1,613 + 0,112 DDF - 0,001 DDF^2 + (3,028 * 10^{-6}) DDF^3$ ya que fue el que mejor ajustó y presentó alta significancia en cuento al Anova y coeficientes del modelo para un nivel de $p=0,001$. Al momento de la validación de los supuestos es necesario tener en cuenta que los datos presentan una distribución normal y cumplen no colinealidad, sin embargo no se acogen a los supuestos de linealidad, independencia, ni homocedasticidad. El modelo escogido corresponde con la fisiología del fruto ya que este presenta dos fases de crecimiento notando una

doble sigmoidea, la primera curva sigmoidea del crecimiento del fruto o del proceso de diferenciación celular. Finalización de la citogénesis del crecimiento del fruto que corresponde a la fase de endurecimiento del hueso en el estadio 7 que pertenece a la terminación de la primera parte de la doble curva sigmoidea del crecimiento del fruto. (Anexo 16).

Tabla 13

R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el diámetro longitudinal, estadio 7 de desarrollo del cultivo las tres localidades para el duraznero variedad Jarillo.

ECUACION	21	22	23	24
	$DL=5,363-124,561*DDF$	$DL=1,115+0,035DDF-(7,282*10^{-5})*DDF^2$	$DL=4,293+1,790*DDF$	$DL=0,949+0,113*DDF-0,001*DDF^2+(2,602*10^{-6})*DDF^3$
R ² modelo	0,769	0,780	0,798	0,816
R ² modelo ajustado	0,769	0,779	0,798	0,816
ANAVA	***	***	***	***
Valor de $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$	*** y ***	***, *** y ***	*** y ***	***, ***, *** y ***

Las variables por modelo fueron: DL: diámetro longitudinal del fruto (cm), DDF: días después de defoliación. **: Significativos con un $p=0,01$. ***: Significativos con un $p=0,001$.

La tabla 13, para el diámetro longitudinal del fruto se tuvo como referencia los modelos de mejor ajuste con R cuadrado por encima de 0,50. El modelo lineal con R cuadrado de 0,76, cuadrático 0,78, logarítmico 0,79, cúbico 0,81. Se escogió el modelo cúbico 0,81 del que se tiene alta significancia para el Anova y los coeficientes del modelo en un nivel de $p=0,001$. La variable se toma en función del tiempo o los días después de la defoliación, entre otras cosas se tuvo en cuenta que el modelo cúbico cumple con la curva doble sigmoidea que presentó el crecimiento del fruto del duraznero. El crecimiento del fruto del duraznero presenta un patrón doble sigmoidea, marcado por dos periodos de incremento rápido y la fase de crecimiento intermedio o suspendido (Casierra, et al., 2004). Para la validación de los supuestos se tiene como referencia que los datos proceden de una distribución normal y se ajusta al supuesto se no

colinealidad, sin embargo no cumple con independencia, linealidad ni homocedasticidad. (Anexo 17).

Tabla 14

R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el peso seco del fruto, estadio 7 de desarrollo del cultivo las tres localidades para el duraznero variedad Jarillo.

ECUACION	26	27	28	29
	PSF=0,440+0,17*DDF	PSF=0,467+0,016*DDF	PSF=1,432-	PSF=-
	F	+(3,039*10⁻⁶)*DDF²	59,102*DDF	0,946+0,069*DDF-
				0,001*DDF²+(1,782
				*10⁻⁶)*DDF³
R ² modelo	0,858	0,858	0,859	0,884
R ² modelo ajustado	0,858	0,858	0,859	0,884
ANAVA	***	***	***	***
Valor de β ₁ , β ₂ , β ₃ , β ₄	*** y ***	***, *** y NS	*** y ***	***, ***, *** y ***

Las variables por modelo fueron: PSF: peso seco del fruto (g), DDF: días después de defoliación. **: Significativos con un p=0,01. ***: Significativos con un p=0,001.

Como se muestra en la tabla 14, el peso seco del fruto se comportó de acuerdo con los modelos cuadráticos, R cuadrado 0,85 al igual que el lineal y sigmoidal. El modelo de mayor ajuste y elegido para el peso seco del fruto corresponde con el cúbico que denota la ecuación $PSF = -0,946 + 0,069DDF - 0,001DDF^2 + (1,782 * 10^{-6}) DDF^3$, donde la variable independiente se toma en función del tiempo o días después de la defoliación. Los datos presentan una distribución normal y se ajusta a colinealidad, sin embargo no cumple con los demás supuestos del modelo linealidad, independencia ni homocedasticidad. Los coeficientes del modelo y los parámetros del Anova son altamente significativos en el nivel p=0,001. El modelo representa a nivel fisiológico el comportamiento de la curva de crecimiento doble sigmoidea asociada al fruto. (Anexo 18).

Tabla 15

R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el índice de área foliar, estadio 7 de desarrollo del cultivo las tres localidades para el duraznero variedad Jarillo.

ECUACION	30	31	32	33
	IAF =8,053-203,749*DDF	IAF =-3,897+0,234*DDF-0,002*DDF²+(5*10⁻⁶)*DDF³	IAF =-0,260+0,658*DDF	IAF =2,243-49,261*DDF
R ² modelo	0,614	0,628	0,621	0,692
R ² modelo ajustado	0,614	0,627	0,620	0,692
ANAVA	***	***	***	***
Valor de $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$	*** y ***	***, ***, *** y ***	*** y ***	*** y ***

Las variables por modelo fueron: IAF: Índice de área foliar del árbol, DDF: días después de defoliación. **: Significativos con un p=0,01. ***: Significativos con un p=0,001.

En la tabla 15, con respecto a la determinación del índice de área foliar se tuvo en cuenta los siguientes modelos inverso con R cuadrado de 0,6, cúbico 0,628, potencia 0,621 y sigmoideal de 0,69, que genera la ecuación **IAF =2,243-49,261DDF**, significativos el Anova y los coeficientes estimados en un nivel de p=0,001. La variable fue determinada en función a los días después de defoliación y se le aplicaron los supuestos de los que se concluyó que los datos no presentan distribución normal, no son independientes, ni lineales, de igual manera no se ajustan a homocedasticidad, pero cumplen con colinealidad. El modelo de índice de área foliar corresponde con los que han sido escogidos para las demás variables asociadas a la hoja indicando que estas se encuentran estrechamente relacionadas. (Anexo 19).

Tabla 16

R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar la materia seca del árbol, estadio 7 de desarrollo del cultivo las tres localidades para el duraznero variedad Jarillo.

ECUACION	34	35	36	37
	MSA=- 20,664+7,975* DDF	MSA=22,619- 576,117* DDF	MSA=3,271- 49,726* DDF	MSA=- 12,561+0,726* DDF - 0,006* DDF ² +(1,688*10 ⁻⁵)* DDF ³
R ² modelo	0,589	0,611	0,617	0,627
R ² modelo ajustado	0,588	0,611	0,617	0,626
ANAVA	***	***	***	***
Valor de β_1 , β_2 , β_3 , β_4	*** y ***	*** y ***	*** y ***	***,***,*** y ***

Las variables por modelo fueron: MSA: Materia seca del árbol (kg), DDF: días después de defoliación. **: Significativos con un p=0,01. ***: Significativos con un p=0,001.

Según la tabla 16 los modelos que mejor se ajustan fueron el logarítmico con R cuadrado de 0,58, inverso de 0,61, sigmoidal de 0,617 y cúbico con 0,62, dando como resultado la ecuación $MSA=-12,561+0,726DDF-0,006DDF^2+(1,688*10^{-5})DDF^3$ teniendo en cuenta la variable dependiente o materia seca del árbol en función de los días después de defoliación, los parámetros del Anova y los coeficientes de estimación del modelo son altamente significativos en el nivel p=0,001. Los datos no se distribuyen de manera normal y el modelo solo cumple el supuesto de no colinealidad. La falta de normalidad se debe muy probablemente a la naturaleza misma que las variables toman por tratarse de datos en campo y con alta probabilidad de error y falta de control local. (Anexo 20).

8. Conclusiones

Se observó diferencias en cuanto a la acumulación de los grados días calor entre las tres localidades evaluadas, 4157 GDC para Pamplona, 3957 para Chitagá y 4961 para Pamplonita, afectando de igual manera el periodo de duración de cada una de las fases o estadios fisiológicos, siendo mayor la duración de estas en Pamplona y Chitagá, para el caso de Pamplonita el ciclo de producción se desarrolló en un periodo más reducido de tiempo, en el que la etapa 7 o de formación del fruto es la de mayor duración.

El comportamiento de las curvas de crecimiento del fruto del duraznero presenta una tendencia doble sigmoidea, con dos etapas de desarrollo acelerado y una de crecimiento lento.

La hoja presentó crecimiento hasta los 120 días después de defoliación aproximadamente, de ahí en adelante la hoja suspende su crecimiento para no generar competencia con el desarrollo del fruto.

Los estadios fenológicos asociados a las curvas de crecimiento, sirven como indicador a los productores del cultivo de duraznero en la planificación de prácticas agronómicas como podas, riego, nutrición, manejo de arvenses y fitosanidad.

Los picos más altos en las tasas de crecimiento se presentan después de la etapa de raleo, lo que indica que esta es una de las prácticas más importantes para el crecimiento y llenado del fruto.

Los resultados demuestran que existen eventos fisiológicos de compensación como lo es una mayor duración del área fotosintéticamente activa en relación con la acumulación de grados días calor.

La variedad Jarillo posee bajo requerimiento de frío y mayor requerimiento de temperatura y acumulación de grados días calor para el desarrollo apropiado de todas las fases del cultivo.

9. Recomendaciones

Se deben ajustar las prácticas agronómicas para cada uno de los sitios de evaluación ya que por altura los requerimientos y épocas deben ser distintos.

Se recomienda continuar estudios similares con más localidades y aspectos de evaluación que conlleven al desarrollo y la investigación en este cultivo de gran importancia para la provincia de Pamplona.

Los estudios se deben realizar en localidades de mayor influencia del cultivo para que los resultados sean aplicables y replicables en otras zonas de la región.

Realizar capacitación a los agricultores en cuanto al manejo, prácticas agronómicas y demás aspectos relevantes para el desarrollo y producción del cultivo.

Si se proyecta la introducción de nuevas variedades se recomienda las que provengan de condiciones agroecológicas similares a las de la provincia ya que se encuentran más adaptadas y por lo tanto su aceptación será mayor.

10. Referencias bibliográficas

- Arias, D., Calvo, J., & Dohrenbusch, A. (2007). Calibration of LAI-2000 to estimate leaf area index (LAI) and assessment of its relationship with stand productivity in six native and introduced tree species in Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, v.247, p.185-193.
- Asohofrucol (Asociación hortofrutícola de Colombia). (2010). Asohofrucol, tras el aumento del consumo de frutas y hortalizas. *Revista frutas y hortalizas* no.10: 8-13.
- Aular, J., Echeverría, Y., & Milla, D. (2013). Compilación informativa del duraznero. En J. Aular, Y. Echeverría, & D. Milla, *Diagnostico del manejo hortícola de huertos de durazneros en la localidad del Cedral, estado Miranda* (págs. 9-11).
- Casierra, F., Barreto, V., & Fonseca, O L. (2004). Crecimiento de frutos y ramas de duraznero (*P. persica* L. Batsch, cv. 'Conservero') en los altiplanos colombianos. *Agronomía Colombiana* 22 (1): 40-45.
- Chaar, J., & Astorga, D. (2012). Determinación del requerimiento de frío y de calor en duraznero (*P. persica* (L.) Batsch.). Mediante un modelo de correlación. *Revista Investigación Agropecuaria*, 38(3):289-298
- Casierra, F., Rodríguez, J., & Cárdenas, J. (2007). La relación hoja: fruto afecta la producción, el crecimiento y la calidad del fruto en duraznero (*P. persica* L. Batsch, cv. 'Rubidoux'). *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 60(1) 3657-3669. Recuperado de <http://w.redalyc.org/articulo.oa?id=179914076003>
- Casierra, F., Peña, Z., Ricardo, G., & Peña J. (2008). Estimación indirecta del área foliar en *Fragaria vesca* L., *Physalis peruviana* L., *Acca sellowiana* (Berg.) Burret, *Rubus glaucus* L., *Passiflora mollissima* (Kunth) L. H. Bailey Y *Ficus carica* L. *Revista U.D.C.A*

- Actualidad & Divulgación Científica, 11(1), 95-102. Retrieved November 24, 2015, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012342262008000100012&lng=en&tlng=es.
- Castellanos, P., & Atehortúa A. (2010). Análisis de situación de salud (ASIS) en municipios de frontera departamento Norte de Santander. Gobernación de Norte de Santander instituto departamental de salud de Norte de Santander Convenio 485 de 2010 OPS/MPS 142 p.
- Curiel, A., Espinoza, J., & Cruz, G. (2007). Modelos de regresión para estimar área de la hoja y biomasa de órganos en árboles jóvenes de manzano. Revista Chapingo. Serie Horticultura 13(2): 171-177
- Degiovanni, V., Martínez, C., & Motta, F. (2010). Producción ecoeficiente del arroz en América latina, Tomo I. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, (CIAT). 513 p.
- Elías, H. (2010). Poda Americana en durazno (*P. persica* (L.) Bastch) bajo producción forzada en Dr. miguel silva. Trabajo de grado, Especialista en fruticultura. Michoacán: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de agrobiología. Departamento de agronomía. 73 p.
- Fischer, G., Casierra, F., & Villamizar, C. (2010). Producción forzada de duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch) en el altiplano tropical de Boyacá (Colombia). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 19-32.
- Hernández, N., & Soto, F. (2012). Influencia de tres fechas de siembra en el crecimiento y rendimiento de especies de cereales cultivadas en condiciones tropicales. Parte II. Cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench var. Isiap Dorado). Cultrop, La Habana, v. 33, n. 2, jun. 2012. Disponible en

<[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362012000200007&lng=es&nrm=iso)

59362012000200007&lng=es&nrm=iso>. Accedido en 19 agosto 2015.

Hernández, E. (2011). Eficiencia fisiológica de variedades de tomate de cáscara con diferentes hábitos de crecimiento. Trabajo de grado, Maestra en Ciencias. Montecillo: Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas Montecillo. Postgrado de recursos genéticos y productividad. Fisiología vegetal. 72 p.

Herrera Basurto, J. et al., (2008). Guía ilustrada del cultivo del duraznero en el estado de Michoacán. Morelia, México: Fundación Produce Michoacán.

MADR (Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural, CO); gobernación de Norte de Santander; FNFH (Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola); Asohofrucol (Asociación Hortofrutícola de Colombia) y SAG (Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca). Plan frutícola nacional. Desarrollo de la fruticultura en el Norte de Santander. Equipo técnico plan frutícola nacional de Colombia. Ramiro Tafur Reyes, director nacional, Julio César Toro Mesa, director técnico, Armando Albarracín Medina, Coordinador PFN (Plan frutícola nacional) Norte de Santander y Eulalio García, asesor técnico. 2006. 52 p.

Miranda, D., Fischer, G., & Carranza, C. (2013). Los frutales caducifolios en Colombia, situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas (SCCH), Asociación Hortofrutícola de Colombia, Asohofrucol Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola y Federación Colombiana de productores de Caducifolios. 232 p.

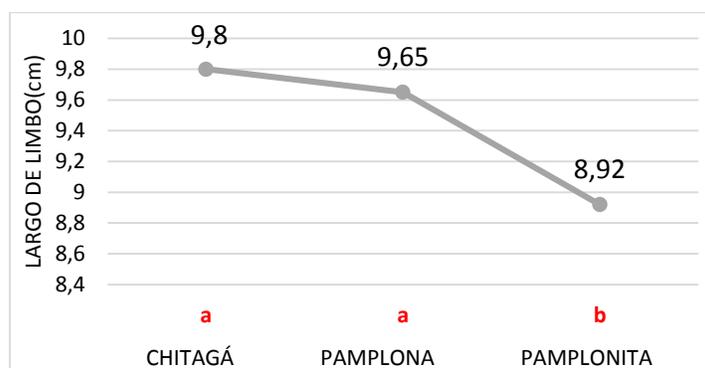
- Miranda, D., Carranza, C., & Fischer, G. (2008). Calidad del agua de riego en la Sabana de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, Sede Bogotá, grupo Horticultura. 248 p.
- Muñoz, F., Espinosa, M., Cancino, J., Rubilar, R., & Herrera, M. (2008). Efecto de poda y raleo en el área foliar de *Eucalyptus nitens*. Bosque (Valdivia), 29(1), 44-51. Recuperado en 24 de noviembre de 2015, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002008000100005&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0717-92002008000100005
- Nughes, L., M. Colares, M., Hernández & A. Arambarri. (2013). Morpho-anatomy of *Celtis ehrenbergiana* (Celtidaceae) leaves developed under natural light and shadow conditions. *Bonplandia* 22(2): 159-170
- Parra, R., Jacobo, J., Castro, J., & Salmerón, J. (2014). Intensidad de raleo y calidad de fruto en durazno cv Baby Gold 8. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(4), 549-559. Recuperado en 24 de noviembre de 2015, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342014000400002&lng=es&tlng=es
- Pérez, S. (2007). Duraznero: Ecofisiología, mejoramiento genético y manual para su cultivo. Unidad de investigación tecnológica sistema-producto durazno. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de ciencias químicas. Querétaro, México. 102 p.
- Pinzón, E., Morillo, C., & Fischer, G. (2014). Aspectos fisiológicos del duraznero (*P. persica* [L.] Batsch) en el trópico alto. Una revisión. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 17(2): 401-411. Pág 12.
- Quevedo E. (2015). Generación de un modelo estadístico multivariante de efectos mixtos que permita predecir el comportamiento productivo del duraznero variedad jarillo. Doctorado

- en ciencias naturales para el desarrollo (DOCINADE) con énfasis en sistemas de producción agrícola. Universidad Nacional de Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Quevedo E. (2011). Desarrollo de un modelo en aspectos fisiológicos del duraznero (*P. persica* (L.) Batsch) para predecir el comportamiento del cultivo en la Provincia de Pamplona, Norte de Santander. Sexto informe proyecto IV 1352. Contrato no.200714757-502-858/2007 derivado del convenio No. 057/07 IICA-MADR.. 655 p.
- Quevedo, E., Arévalo, M. E., & Zuleta, W. E. (2012). Aspectos fisiológicos del árbol de duraznero relacionados con su manejo agronómico en Pamplona. En C. Carranza, D. Miranda, & G. Fischer, Seminario Internacional de Frutales Caducifolios en el Trópico (págs. 142-143). Bogotá.
- Quevedo, E., Arévalo, M. E., & Cancino, G. O. (2012). Determinación de un modelo matemático para la estimación del área foliar y peso seco del limbo de *P. persica* CV. Jarillo. Revista Facultad Nacional de Agronomía, 6605-6613.
- Santiago, E., Cortés, J., Turrent, A., Hernández, E., & Jaen, D. (2008). Calidad del fruto del duraznero en el sistema milpa intercalada con árboles frutales en laderas. Agricultura técnica en México, 34(2), 159-166. Recuperado en 19 de agosto de 2015, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S056825172008000200003&lng=es&tlng=es
- Santos, M., Segura, M., & Núñez, C. (2010). Análisis de Crecimiento y Relación Fuente-Demanda de Cuatro Variedades de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). Revista Facultad Ciencias agrarias, Universidad Nacional de Medellín 63(1): 5253-5266.

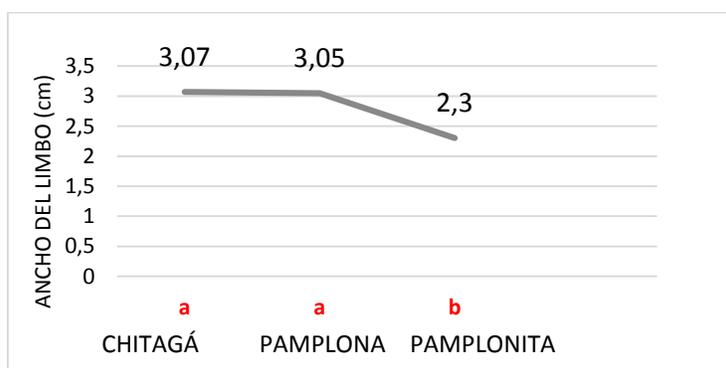
- Torres, J. P., Cortés, J. I., Turrent, A., Hernández, E & Muratalla, A. (2008). Rendimiento de fruto y número de ramas principales en árboles de durazno intercalados con milpa. *Terra Latinoamericana*, 26(3) 265-273. Recuperado de <http://w.redalyc.org/articulo.oa?id=57313050008>
- Villamizar, C. (2010). Evaluación de los componentes de rendimiento y su relación con la producción agronómica del duraznero (*P. persica* (L) Batsch), en la finca las delicias, vereda Chichira municipio de Pamplona.
- Villamizar, E. (2008). El Durazno un proceso de cambio en la Provincia de Pamplona. *Revista FACE Universidad de Pamplona*, 189-203.
- Zegbe, D J A.; Esparsa, F G. (2007). Poda de ramas mixtas y raleo de frutos: prácticas culturales independientes en durazno 'Victoria'. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13(2): 121-126.
- Zuleta, W. (2011). Evaluación del desarrollo y rendimiento agronómico del duraznero variedad amarillo criollo (*P. persica* (L). Batsch) en cinco localidades en la provincia de Pamplona. Norte de Santander.

11. Anexos

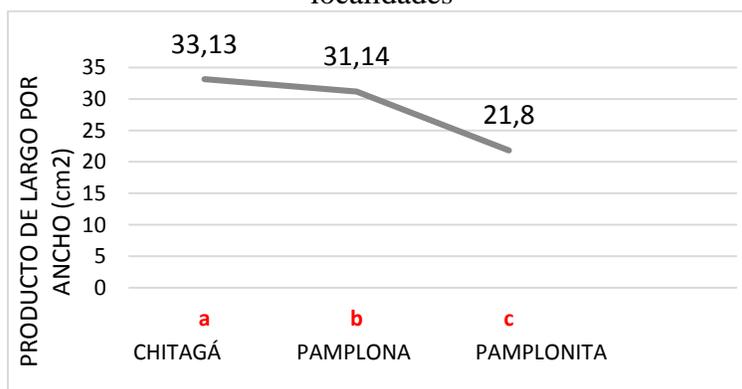
Anexo1. Medias para largo del limbo (cm) según Anova para las tres localidades



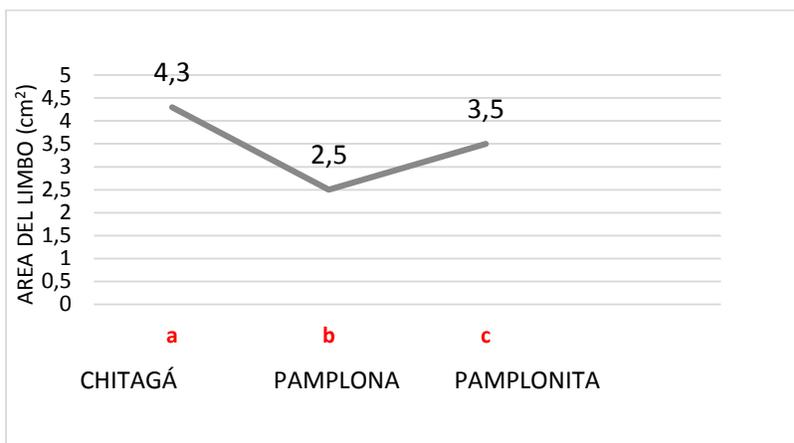
Anexo2. Medias para ancho del limbo (cm) según Anova para las tres localidades



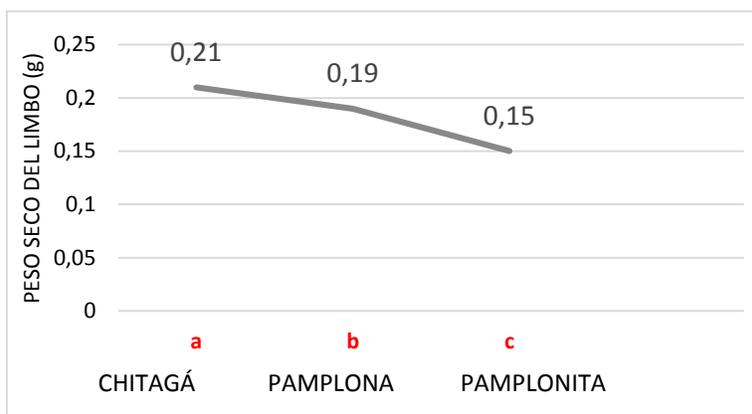
Anexo3. Medias para producto de largo por ancho del limbo (cm²) según Anova para las tres localidades



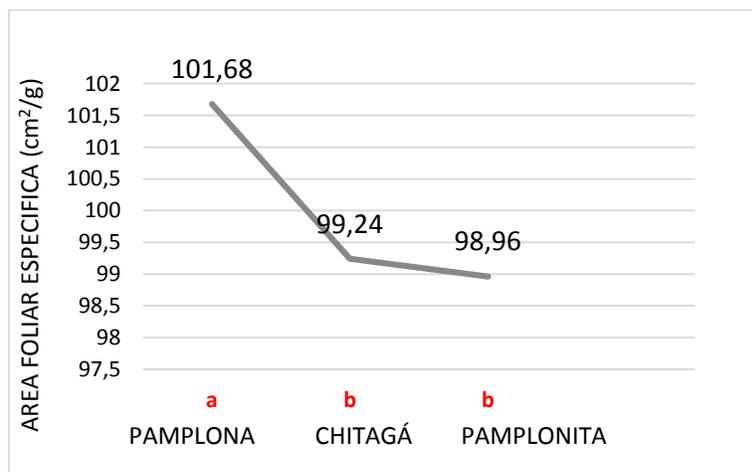
Anexo4. Medias para área del limbo (cm²) según Anova para las tres localidades

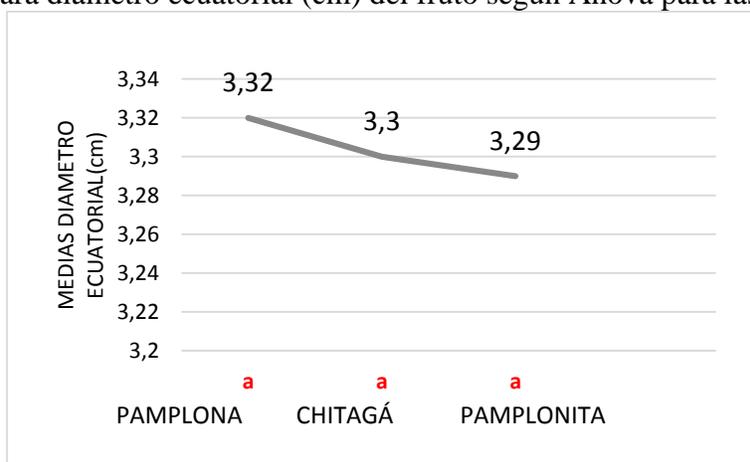
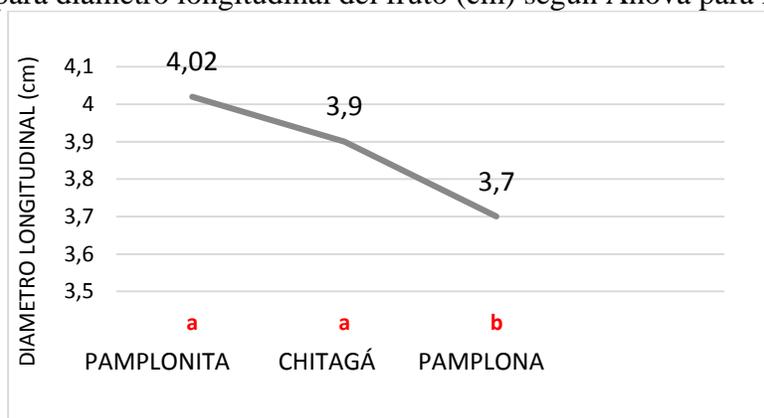
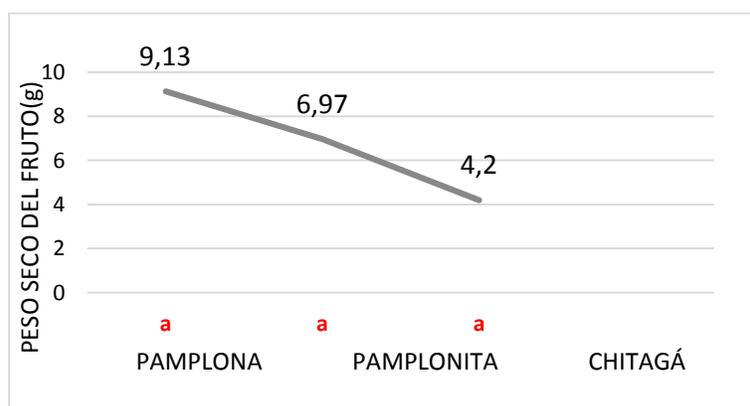


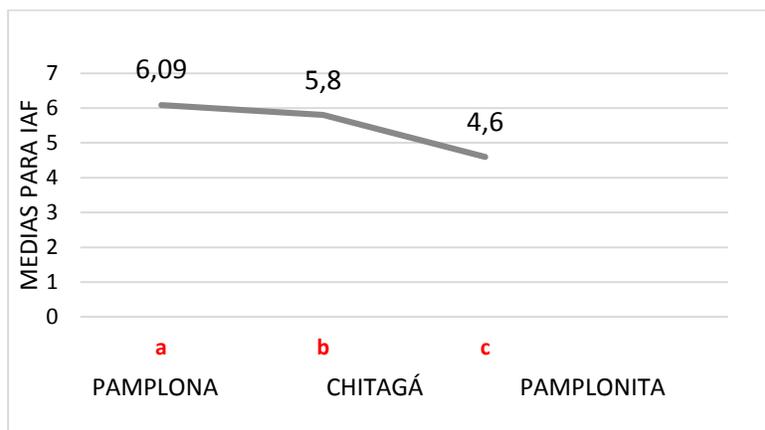
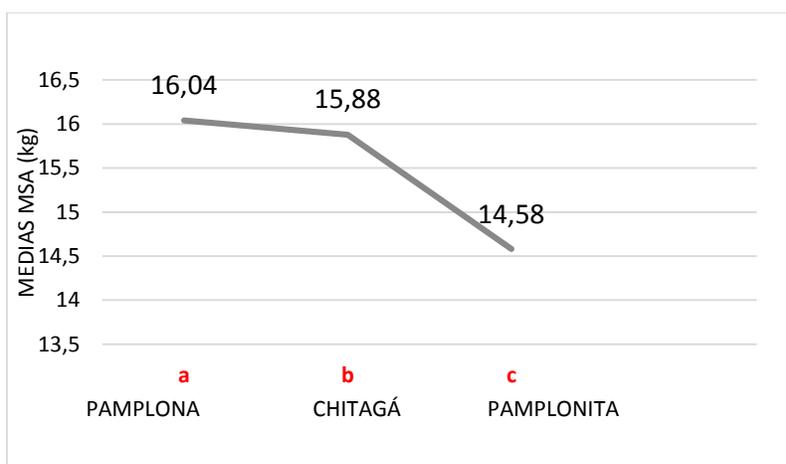
Anexo5. Medias para peso seco del limbo (g) según Anova para las tres localidades



Anexo 6. Medias para área foliar específica (cm²/g) del limbo según Anova para las tres localidades



Anexo7. Medias para diámetro ecuatorial (cm) del fruto según Anova para las tres localidades**Anexo8.** Medias para diámetro longitudinal del fruto (cm) según Anova para las tres localidades**Anexo9.** Medias para peso seco del fruto (g) según Anova para las tres localidades

Anexo10. Medias para índice de área foliar según Anova para las tres localidades**Anexo11.** Medias para materia seca del árbol (kg) según Anova para las tres localidades

Anexo 12. Validación del modelo de ecuación para estimar el largo de la hoja estadio 7 del fruto del Duraznero variedad Jarillo

Linealidad

No cumple, el valor del R cuadrado está por debajo de 0,50.

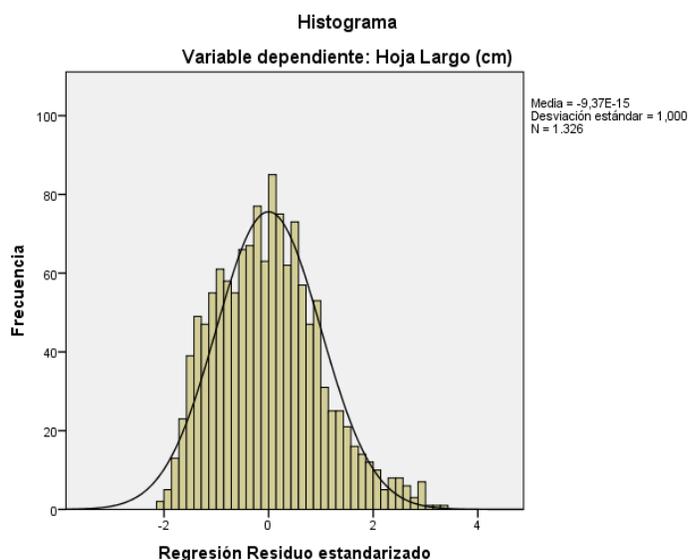
Independencia

Supuesto de independencia bajo estadístico DW, largo del limbo.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,582 ^a	0,338	0,338	2,1678	0,967

- a. Predictores: (Constante), DDF (días después de la defoliación)
 b. Variable dependiente, Largo del limbo (cm)

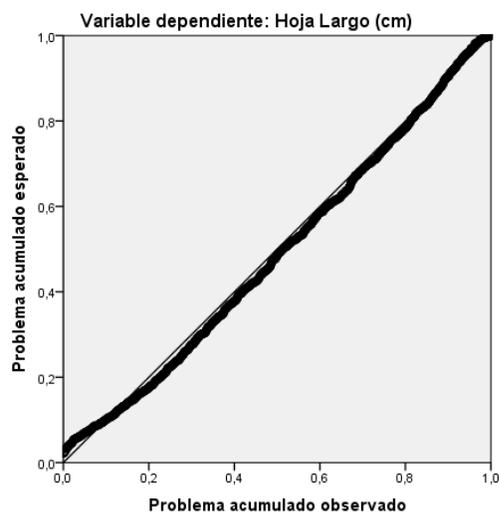
Como el estadístico de DW no está en el rango de 1,5 y 2,5 esto significa que los datos están auto correlacionados por lo tanto no se cumple el supuesto de independencia.



Histograma de largo del limbo (cm) para tres localidades

La figura indica que de forma visual que los residuos no tienden a distribuirse normalmente, los datos no son normales.

Gráfico P-P normal de regresión Residuo estandarizado



P – p normal de regresión residuo estandarizado del largo del limbo.

La figura indica de forma visual que los residuos no tienden a distribuirse normalmente. Esta afirmación no es concluyente, por lo tanto se realiza una prueba de Kolmogorov – Smirnov ya que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos.

Prueba de Normalidad para largo del limbo.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia.	Estadístico	gl	Significancia.
Residual	0,31	1326	0,005	0,981	1326	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

En este caso se tiene en cuenta la prueba de Kolmogorov- Smirnov debido a que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos. Esta prueba de normalidad denota que los datos no proceden de una distribución normal debido a que la significancia está por debajo de 0,05.

Homocedasticidad

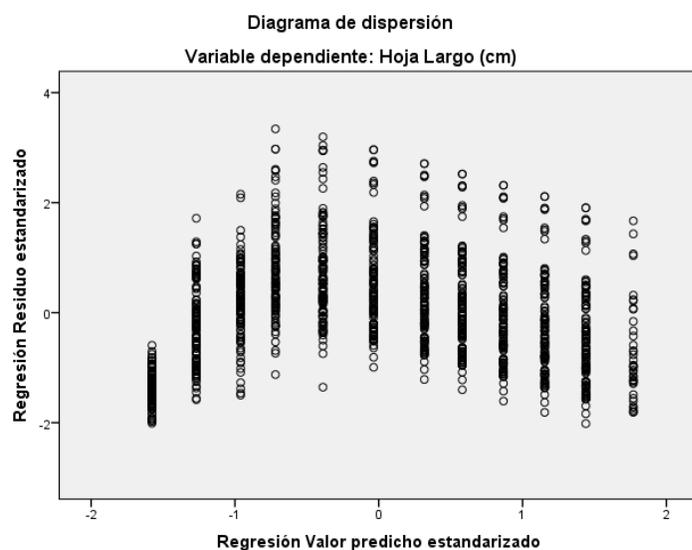


Diagrama de dispersión para largo del limbo

La Figura muestra una tendencia definida por lo tanto no se cumple el supuesto de homocedasticidad.

No-Colinealidad

Coefficiente de los parámetros de regresión largo del limbo cm.

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Estadísticas de colinealidad	
		B	Error estándar	Beta	t	Tolerancia	VIF
1	(Constante)	5,896	0,150		39,426		
	DDF (Días después de la defoliación)	0,034	0,001	0,582	26,024	1,000	1,000

a. Variable dependiente: largo del limbo (cm)

La tabla indica el supuesto de no colinealidad, los VIF se encuentran por debajo de 10 por lo tanto se cumple la no colinealidad.

Anexo 13. Validación del modelo de ecuación para estimar el ancho del limbo estadio 7 del fruto del Duraznero variedad Jarillo

Linealidad

No cumple, el R cuadrado de la regresión está por debajo de 0,50.

Independencia

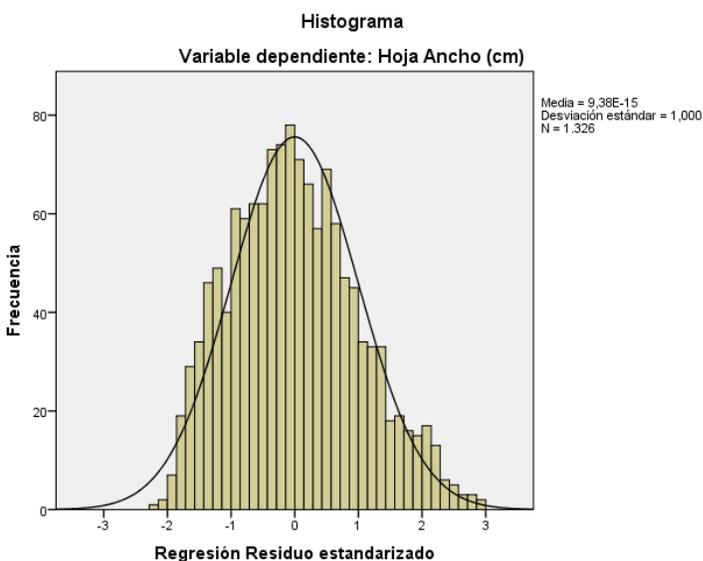
Supuesto de independencia bajo estadístico DW, ancho del limbo.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,619 ^a	0,383	0,382	0,7259	0,664

a. Predictores: (Constante), DDF (días después de la defoliación)

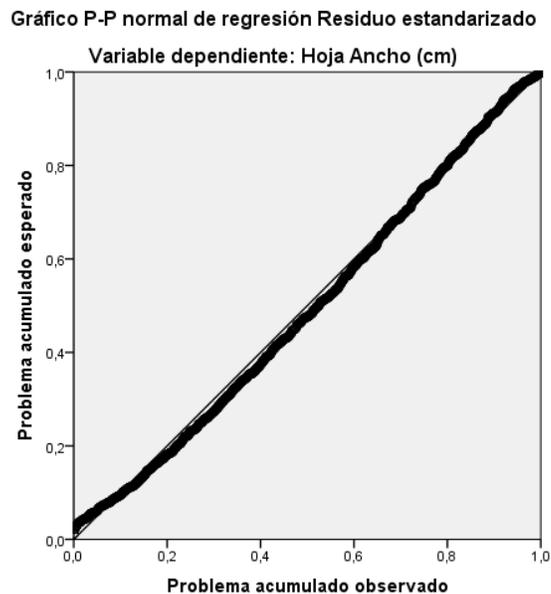
b. Variable dependiente, ancho del limbo (cm)

Como el estadístico de DW no está en el rango de 1,5 y 2,5 significa que los datos están autocorrelacionados por lo tanto no se cumple el supuesto de independencia



Histograma de ancho del limbo (cm)

En la figura indica que de forma visual que los residuos no tienden a distribuirse normalmente, los datos no son normales.



P – p normal de regresión residuo estandarizado del ancho del limbo

La figura indica de forma visual que los residuos no tienden a distribuirse normalmente. Esta afirmación no es concluyente, por lo tanto se realiza una prueba de Kolmogorov – Smirnov ya que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos.

Pruebas de normalidad para ancho del limbo.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia.	Estadístico	gl	Significancia.
Residual	0,32	1326	0,003	0,955	1326	0,000

Corrección de significación de Lilliefors

En este caso se tiene en cuenta la prueba de Kolmogorov- Smirnov debido a que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos. Esta prueba de normalidad denota que los datos no proceden de una distribución normal debido a que la significancia está por debajo de 0,05.

Homocedasticidad

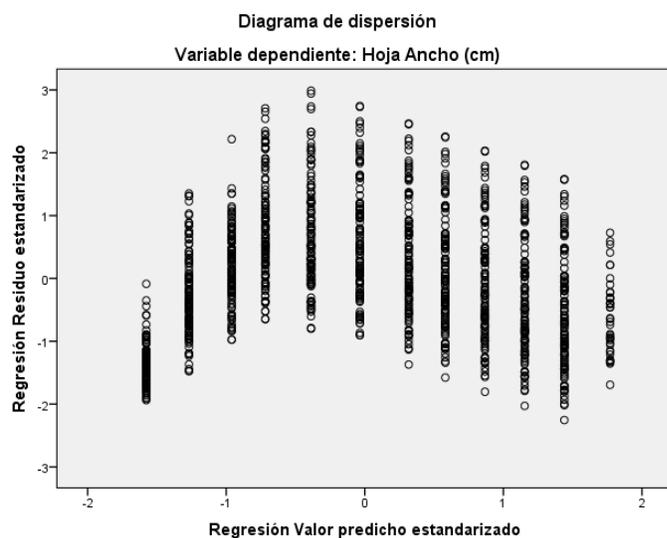


Diagrama de dispersión del ancho del limbo.

El Figura muestra una tendencia definida por lo tanto no se cumple el supuesto de homocedasticidad.

No-Colinealidad

Coefficiente de los parámetros de regresión ancho del limbo cm

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			Estadísticas de colinealidad	
		B	Error estándar	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
1	(Constante)	1,497	0,050		29,901	,000		
	DDF (Días después de la defoliación)	0,013	0,000	0,619	28,648	,000	1,000	1,000

a. Variable dependiente: ancho del limbo (cm)

La tabla indica el supuesto de no colinealidad, los VIF se encuentran por debajo de 10 por lo tanto se cumple la no colinealidad.

Anexo 14. Validación del modelo de ecuación para estimar el producto largo por ancho del limbo estadio 7 del fruto del Duraznero variedad Jarillo

Linealidad

No, cumple el supuesto de linealidad, el R cuadrado de la regresión se encuentra por debajo de 0,50.

Independencia

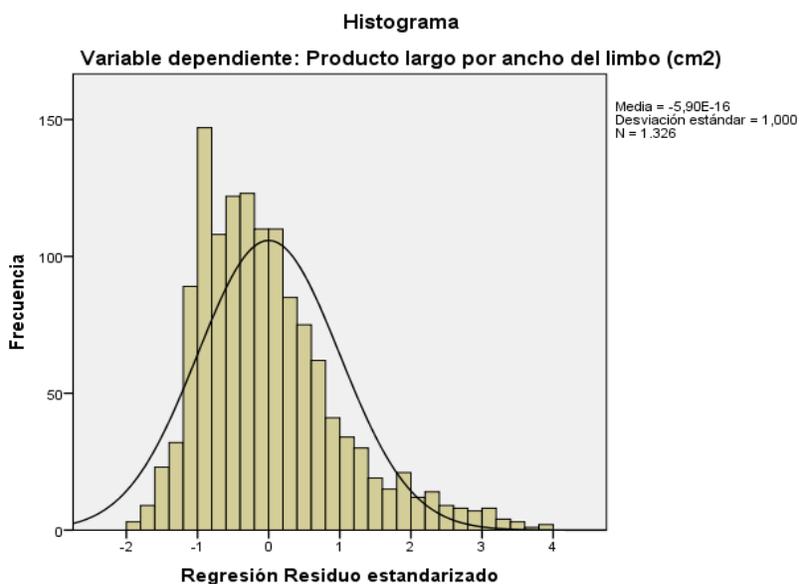
Supuesto de independencia bajo estadístico DW, producto de largo ancho del limbo.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,560 ^a	0,314	0,314	12,4488	1,012

a. Predictores: (Constante), DDF (días después de la defoliación)

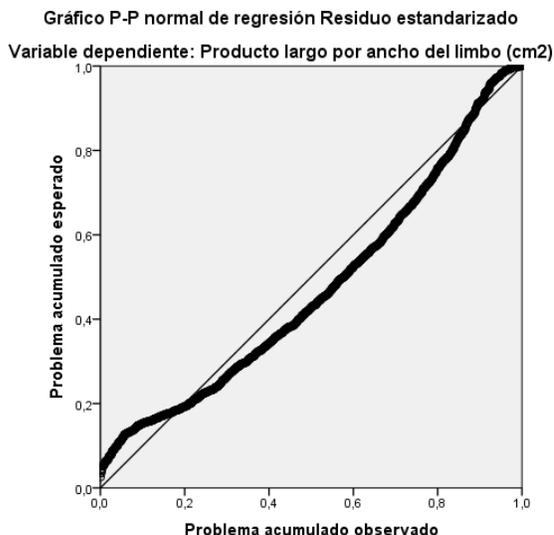
b. Variable dependiente, producto de largo por ancho del limbo (cm²)

Como el estadístico de DW no está en el rango de 1,5 y 2,5 significa que los datos están autocorrelacionados por lo tanto no se cumple el supuesto de independencia.



Histograma producto de largo por ancho del limbo (cm²)

En la figura se indica que de forma visual que los residuos no tienden a distribuirse normalmente, los datos no son normales.



P – p normal de regresión residuo estandarizado del producto de largo por ancho del limbo

La figura indica de forma visual que los residuos no tienden a distribuirse normalmente. Esta afirmación no es concluyente, por lo tanto se realiza una prueba de Kolmogorov – Smirnov ya que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos.

Pruebas de normalidad para producto de largo por ancho del limbo.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia.	Estadístico	gl	Significancia.
Residual	0,083	1326	0,000	0,928	1326	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

En este caso se tiene en cuenta la prueba de Kolmogorov- Smirnov debido a que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos. Esta prueba de normalidad denota que los datos no proceden de una distribución normal debido a que la significancia está por debajo de 0,05.

Homocedasticidad

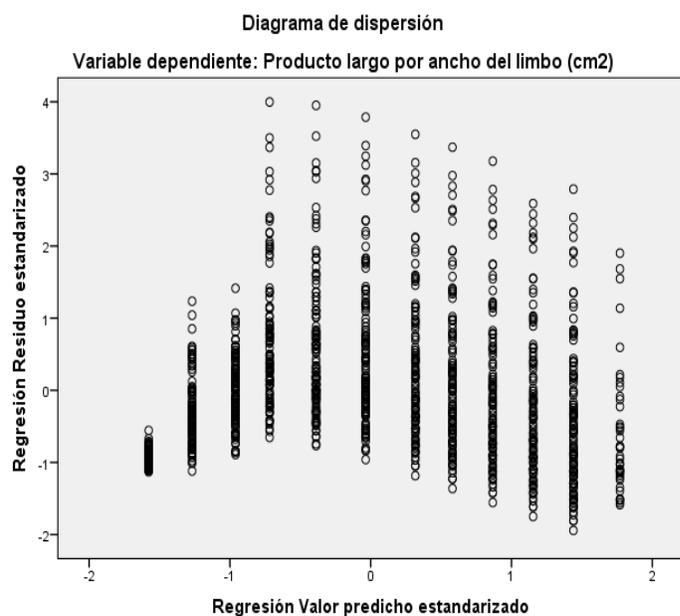


Diagrama de dispersión del producto de largo por ancho del limbo

El Figura muestra una tendencia definida por lo tanto no se cumple el supuesto de homocedasticidad.

No-Colinealidad

Coefficiente de los parámetros de regresión producto de largo por ancho del limbo cm²

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
1 (Constante)	9,363	,859		10,901	,000		
DDF (Días después de la defoliación)	,185	,008	,560	24,619	,000	1,000	1,000

a. Variable dependiente: Producto largo por ancho del limbo (cm²)

La tabla indica el supuesto de no colinealidad, los VIF se encuentran por debajo de 10 por lo tanto se cumple la no colinealidad.

Anexo 15. Validación del modelo de ecuación para estimar el área foliar del limbo estadio 7 del fruto del Duraznero variedad Jarillo

Linealidad

No, cumple el supuesto de linealidad, el R cuadrado de la regresión se encuentra por debajo de 0,50.

Independencia

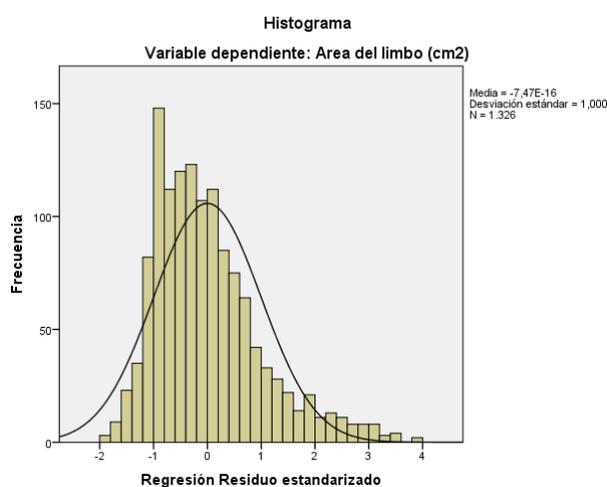
Supuesto de independencia para área del limbo bajo estadístico DW.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,570 ^a	0,324	0,325	8,060	1,022

a. Predictores: (Constante), DDF (días después de la defoliación)

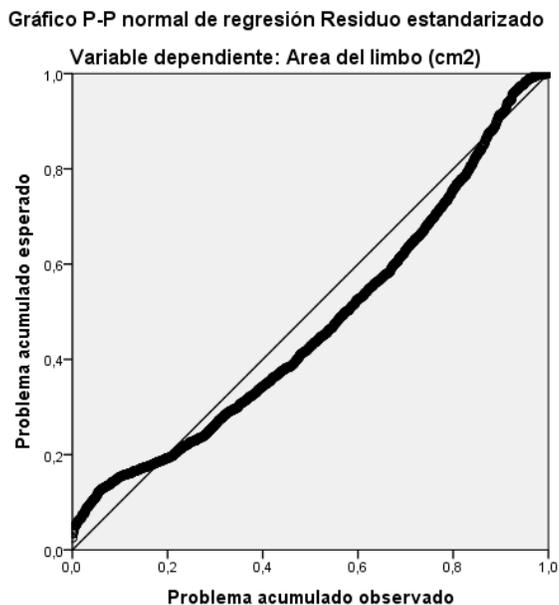
b. Variable dependiente, área del limbo (cm²)

Como el estadístico de DW no está en el rango de 1,5 y 2,5 significa que los datos están autocorrelacionados por lo tanto no se cumple el supuesto de independencia.



Histograma de área del limbo (cm²)

La figura indica que de forma visual que los residuos no tienden a distribuirse normalmente, los datos no son normales.



P – p normal de regresión residuo estandarizado del área del limbo

La figura indica de forma visual que los residuos no tienden a distribuirse normalmente. Esta afirmación no es concluyente, por lo tanto se realiza una prueba de Kolmogorov – Smirnov ya que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos.

Pruebas de normalidad área del limbo

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia.	Estadístico	gl	Significancia.
Residual	0,083	1326	0,000	0,929	1326	0,000

b. Corrección de significación de Lilliefors

En este caso se tiene en cuenta la prueba de Kolmogorov- Smirnov debido a que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos. Esta prueba de normalidad denota que los datos no proceden de una distribución normal debido a que la significancia está por debajo de 0,05.

Homocedasticidad

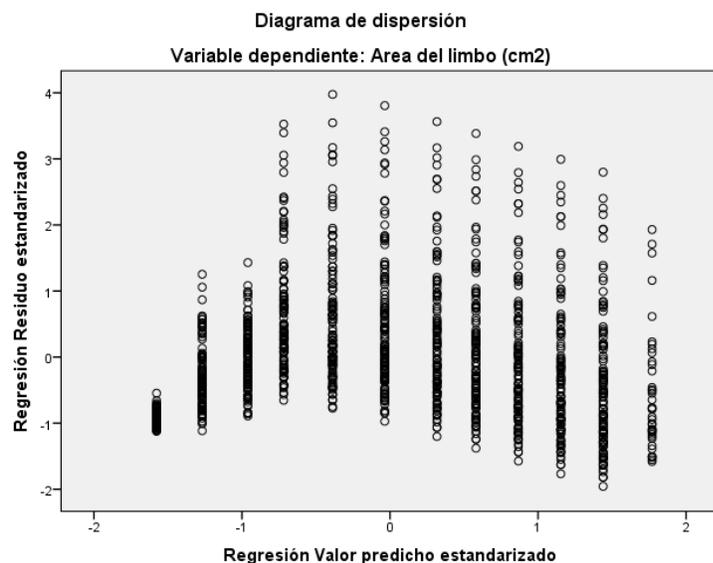


Diagrama de dispersión del área del limbo

La figura muestra una tendencia definida por lo tanto no se cumple el supuesto de homocedasticidad.

No-Colinealidad

Coefficiente de los parámetros de regresión área del limbo cm²

Modelo	B	Coeficientes no estandarizados Error estándar	Coeficiente s estandarizados			Estadísticas de colinealidad	
			Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
1 (Constante)	7,486	,556		13,463	,000		
DDF (Días después de la defoliación)	,123	,005	,570	25,244	,000	1,000	1,000

a. Variable dependiente: Área del limbo (cm²)

La tabla indica el supuesto de no colinealidad, los VIF se encuentran por debajo de 10 por lo tanto se cumple la no colinealidad.

Anexo 16. Validación del modelo de ecuación para estimar el peso seco del limbo estadio 7 del fruto del Duraznero variedad Jarillo

Linealidad

No, cumple el supuesto de linealidad, el R cuadrado de la regresión se encuentra por debajo de 0,50.

Independencia

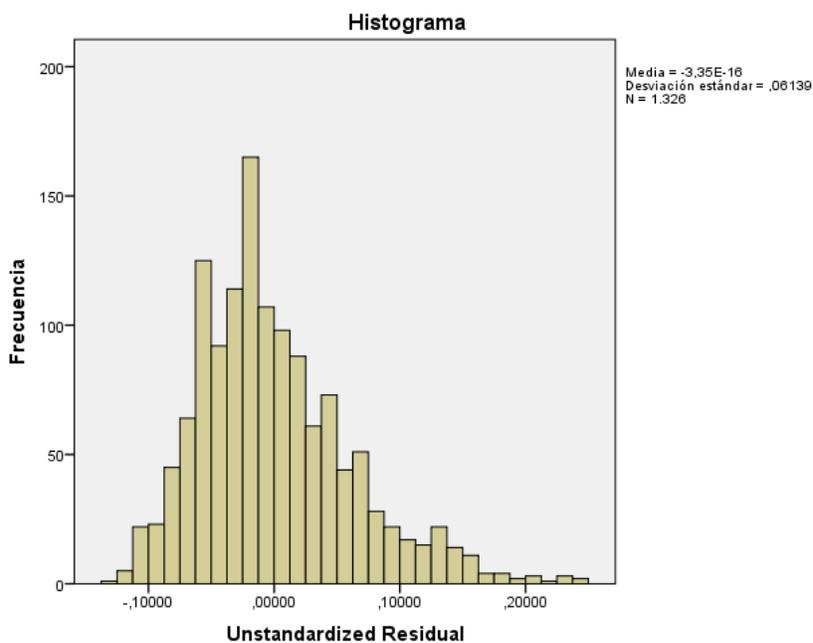
Supuesto de independencia para peso seco del limbo bajo estadístico DW.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,646 ^a	0,417	0,417	0,04162	0,850

a. Predictores: (Constante), DDF (días después de la defoliación)

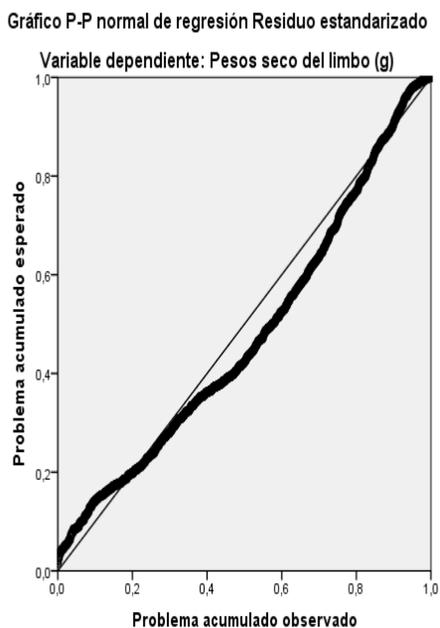
b. Variable dependiente, peso seco del limbo (g)

Como el estadístico de DW no está en el rango de 1,5 y 2,5 significa que los datos están autocorrelacionados por lo tanto no se cumple el supuesto de independencia.



Histograma de peso seco del limbo (g)

La figura indica que de forma visual que los residuos no tienden a distribuirse normalmente, los datos no son normales.



P – p normal de regresión residuo estandarizado del peso seco del limbo

La figura indica de forma visual que los residuos no tienden a distribuirse normalmente. Esta afirmación no es concluyente, por lo tanto se realiza una prueba de Kolmogorov – Smirnov ya que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos.

Pruebas de normalidad peso seco del limbo (g)

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia.	Estadístico	gl	Significancia.
Residual	0,078	1326	0,000	0,955	1326	0,000

c. Corrección de significación de Lilliefors

En este caso se tiene en cuenta la prueba de Kolmogorov- Smirnov debido a que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos. Esta prueba de normalidad denota que los datos no proceden de una distribución normal debido a que la significancia está por debajo de 0,05.

Homocedasticidad

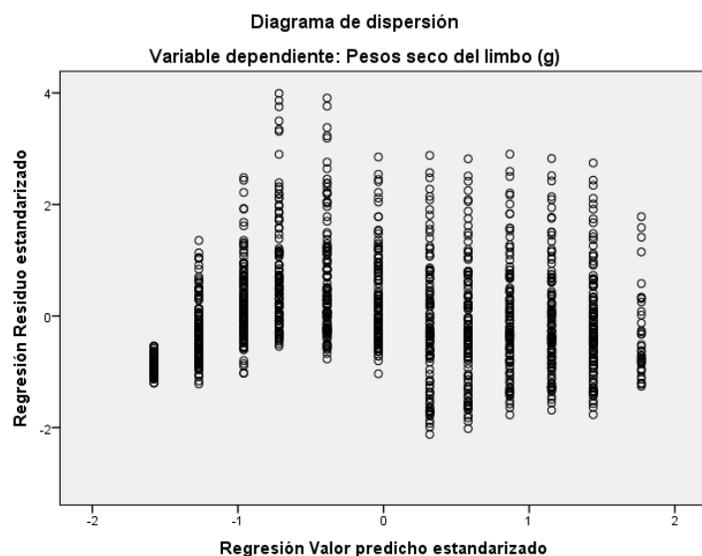


Diagrama de dispersión del peso seco del limbo.

La Figura muestra una tendencia definida por lo tanto no se cumple el supuesto de homocedasticidad.

No-Colinealidad

Coefficiente de los parámetros de regresión peso seco del limbo cm

Modelo	B	Coeficientes no estandarizados Error estándar	Coeficiente estandarizados		Sig.	Estadísticas de colinealidad	
			Beta	t		Tolerancia	VIF
1 (Constante)	,078	,004		18,518	,000		
DDF (Días después de la defoliación)	,001	,000	,646	30,761	,000	1,000	1,000

a. Variable dependiente: Pesos seco del limbo (g)

La tabla indica el supuesto de no colinealidad, los VIF se encuentran por debajo de 10 por lo tanto se cumple la no colinealidad.

Anexo 16. Validación del modelo de ecuación para estimar el diámetro ecuatorial del fruto estadio 7 del fruto del Duraznero variedad Jarillo

Linealidad

Si, cumple el supuesto de linealidad, el R cuadrado de la regresión se encuentra por encima de 0,50.

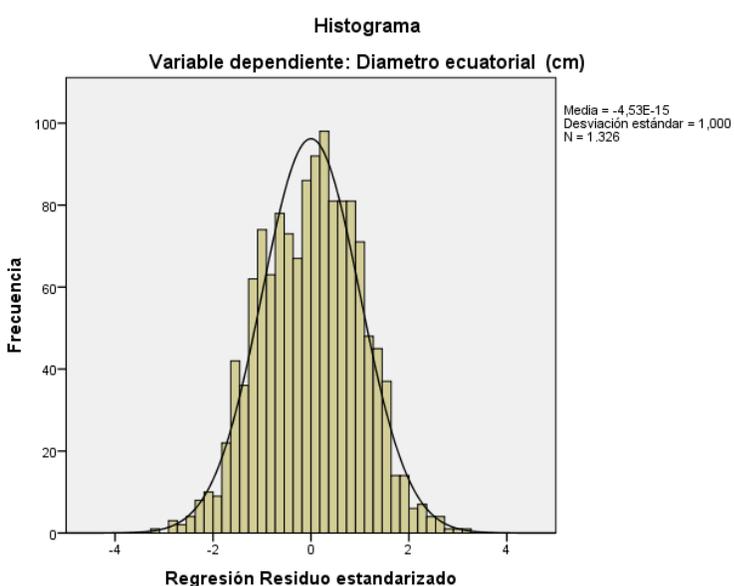
Independencia

Supuesto de independencia para diámetro ecuatorial del fruto bajo estadístico DW.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,928 ^a	0,862	0,861	0,46732	0,844

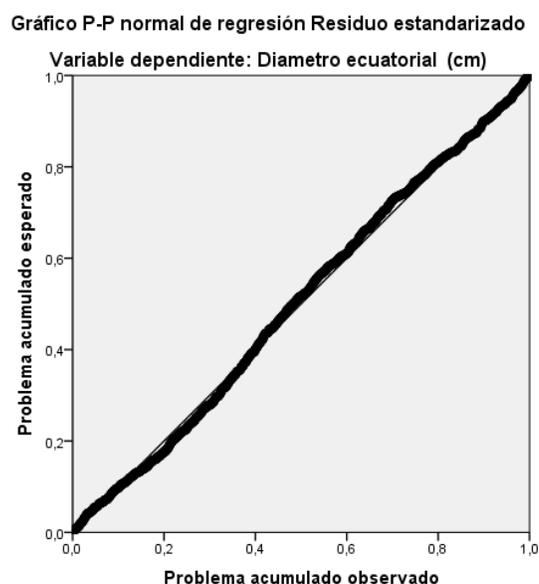
- a. Predictores: (Constante), DDF (días después de la defoliación)
 b. Variable dependiente, diámetro ecuatorial del fruto (cm)

Como el estadístico de DW no está en el rango de 1,5 y 2,5 significa que los datos están auto correlacionado por lo tanto no se cumple el supuesto de independencia.



Histograma de diámetro ecuatorial (cm)

La figura indica que de forma visual que los residuos tienden a distribuirse normalmente, los datos son normales.



P – p normal de regresión residuo estandarizado del diámetro ecuatorial del fruto

La figura indica de forma visual que los residuos tienden a distribuirse normalmente. Esta afirmación no es concluyente, por lo tanto se realiza una prueba de Kolmogorov – Smirnov ya que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos.

Pruebas de normalidad para diámetro ecuatorial del fruto

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia.	Estadístico	gl	Significancia.
Residual	0,028	1326	0,025	0,997	1326	0,015

d. Corrección de significación de Lilliefors

En este caso se tiene en cuenta la prueba de Kolmogorov- Smirnov debido a que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos. Esta prueba de normalidad denota que los datos proceden de una distribución normal debido a que la significancia está por encima de 0,05.

Homocedasticidad

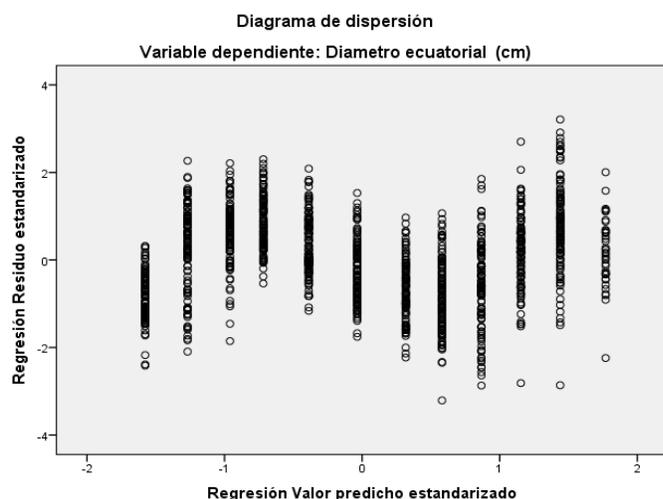


Diagrama de dispersión del diámetro ecuatorial del fruto.

La Figura muestra una tendencia definida por lo tanto no se cumple el supuesto de homocedasticidad.

No-Colinealidad

Coefficiente de los parámetros de regresión diámetro ecuatorial cm

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficiente s estandarizados		Sig.	Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta	t		Tolerancia	VIF
1 (Constante)	0,629	0,032		19,502	0,000		
DDF (Días después de la defoliación)	0,026	0,000	0,928	90,768	0,000	1,000	1,000

a. Variable dependiente: Diámetro ecuatorial del fruto (cm)

La tabla indica el supuesto de no colinealidad, los VIF se encuentran por debajo de 10 por lo tanto se cumple la no colinealidad.

Anexo 17. Validación del modelo de ecuación para estimar el diámetro longitudinal del fruto estadio 7 del fruto del Duraznero variedad Jarillo.

Linealidad

Si, cumple el supuesto de linealidad, el R cuadrado de la regresión se encuentra por encima de 0,50.

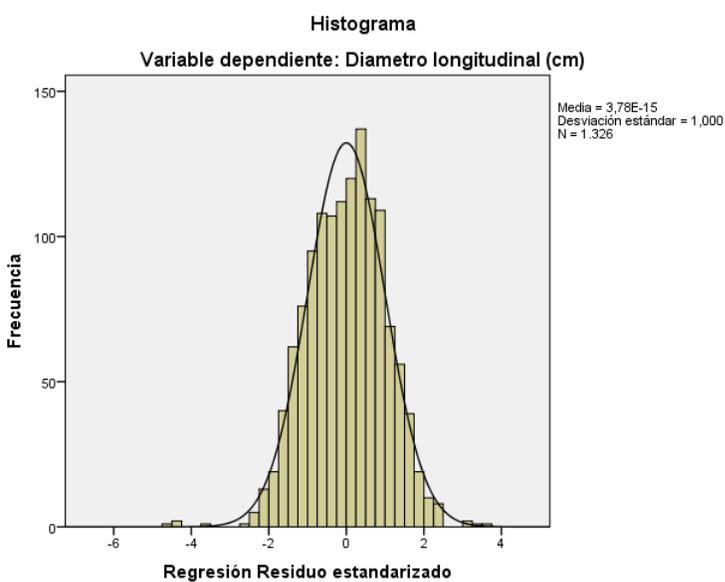
Independencia

Supuesto de independencia para diámetro ecuatorial del fruto

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,874 ^a	0,763	0,763	0,49858	0,711

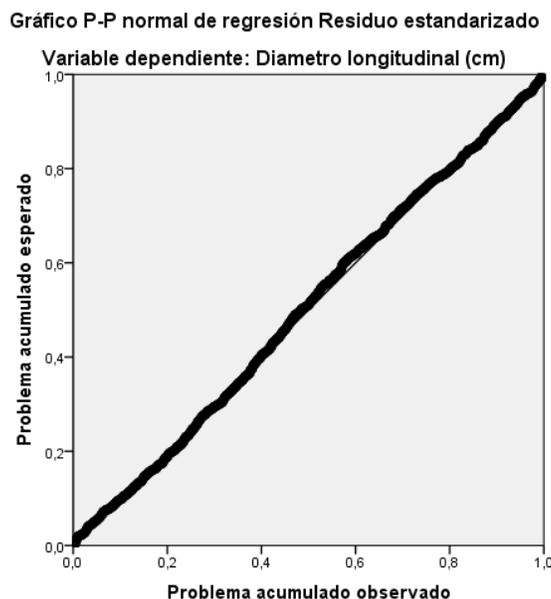
- a. Predictores: (Constante), DDF (días después de la defoliación)
 b. Variable dependiente, diámetro longitudinal del fruto (cm)

Como el estadístico de DW no está en el rango de 1,5 y 2,5 significa que los datos están autocorrelacionados por lo tanto no se cumple el supuesto de independencia.



Histograma de diámetro longitudinal del fruto (cm)

La figura indica que de forma visual que los residuos tienden a distribuirse normalmente, los datos son normales.



P – p normal de regresión residuo estandarizado del diámetro longitudinal del fruto

La figura indica de forma visual que los residuos tienden a distribuirse normalmente. Esta afirmación no es concluyente, por lo tanto se realiza una prueba de Kolmogorov – Smirnov ya que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos.

Pruebas de normalidad diámetro longitudinal del fruto.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia.	Estadístico	gl	Significancia.
Residual	0,026	1326	0,034	0,993	1326	0,000

e. Corrección de significación de Lilliefors

En este caso se tiene en cuenta la prueba de Kolmogorov- Smirnov debido a que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos. Esta prueba de normalidad denota que los no datos proceden de una distribución normal debido a que la significancia está por debajo de 0,05.

Homocedasticidad

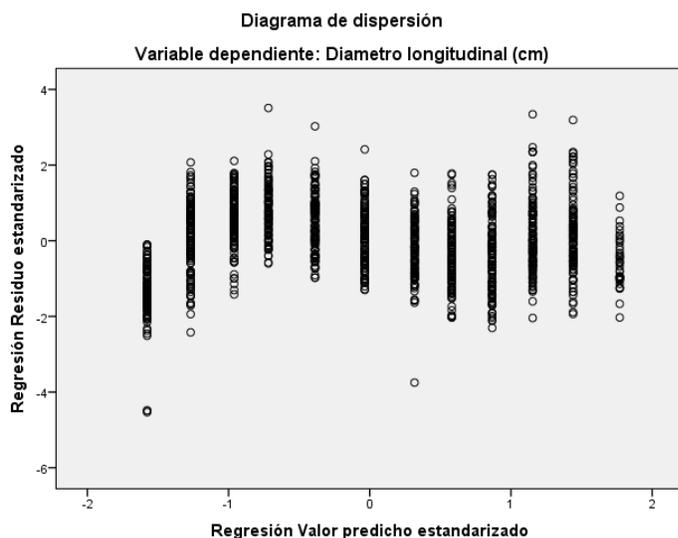


Diagrama de dispersión del diámetro longitudinal del fruto

La Figura muestra una tendencia definida por lo tanto no se cumple el supuesto de homocedasticidad.

No-Colinealidad

Coefficiente de los parámetros de regresión diámetro longitudinal cm.

Modelo	B	Coeficientes no estandarizados Error estándar	Coeficiente s estandarizados			Estadísticas de colinealidad	
			Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
1 (Constante)	1,761	,034		51,208	,000		
DDF (Días después de la defoliación)	,020	,000	,874	65,350	,000	1,000	1,000

a. Variable dependiente: Diámetro longitudinal (cm)

La tabla indica el supuesto de no colinealidad, los VIF se encuentran por debajo de 10 por lo tanto se cumple la no colinealidad.

Anexo 18. Validación del modelo de ecuación para estimar el peso seco del fruto estadio 7 del fruto del Duraznero variedad Jarillo

Linealidad

Si, cumple el supuesto de linealidad, el R cuadrado de la regresión se encuentra por encima de 0,50.

Independencia

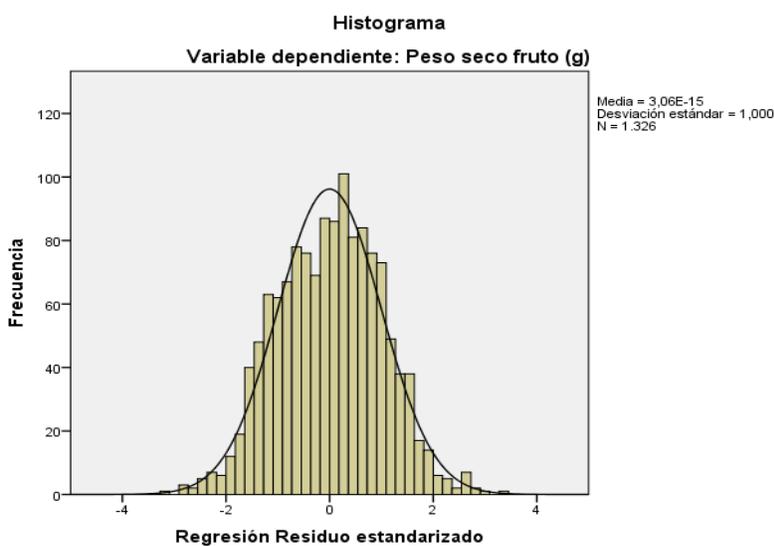
Supuesto de independencia para peso seco del fruto bajo es estadístico DW.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,926 ^a	0,958	0,958	0,49858	0,843

a. Predictores: (Constante), DDF (días después de la defoliación)

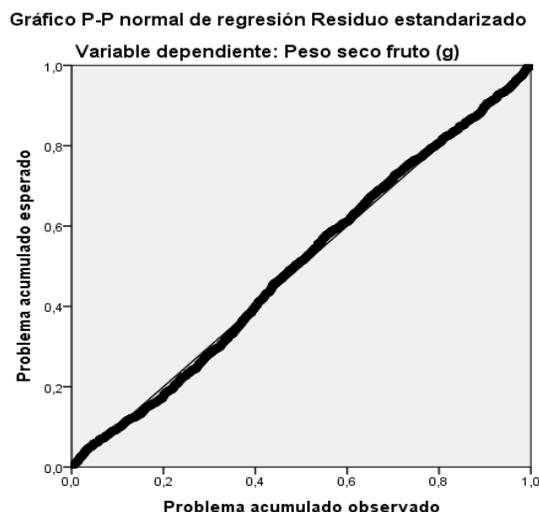
b. Variable dependiente, peso seco del fruto (cm)

Como el estadístico de DW no está en el rango de 1,5 y 2,5 significa que los datos están autocorrelacionados por lo tanto no se cumple el supuesto de independencia



Histograma de peso seco del fruto (g)

La figura indica que de forma visual que los residuos tienden a distribuirse normalmente, los datos son normales.



P – p normal de regresión residuo estandarizado del peso seco del fruto

La figura indica de forma visual que los residuos tienden a distribuirse normalmente. Esta afirmación no es concluyente, por lo tanto se realiza una prueba de Kolmogorov – Smirnov ya que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos.

Pruebas de normalidad para peso seco del fruto

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia.	Estadístico	gl	Significancia.
Residual	0,027	1326	0,034	0,997	1326	0,000

f. Corrección de significación de Lilliefors

En este caso se tiene en cuenta la prueba de Kolmogorov- Smirnov debido a que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos. Esta prueba de normalidad denota que los no datos proceden de una distribución normal debido a que la significancia está por debajo de 0,05.

Homocedasticidad

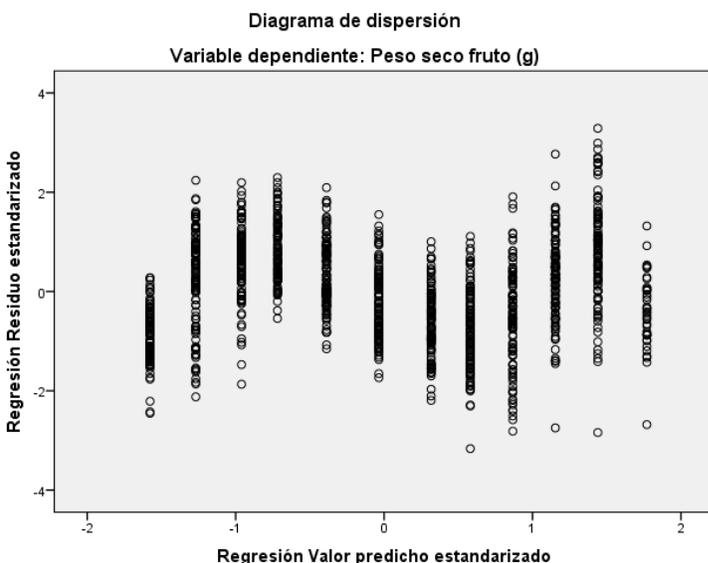


Diagrama de dispersión del peso seco del fruto.

La figura muestra una tendencia definida por lo tanto no se cumple el supuesto de homocedasticidad.

No-Colinealidad

Coefficiente de los parámetros de regresión peso seco del fruto

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
1 (Constante)	,440	,022		20,468	,000		
DDF (Días después de la defoliación)	,017	,000	,926	89,351	,000	1,000	1,000

a. Variable dependiente: Peso seco fruto (g)

La tabla indica el supuesto de no colinealidad, los VIF se encuentran por debajo de 10 por lo tanto se cumple la no colinealidad.

Anexo 19. Validación del modelo de ecuación para estimar el IAF estadio 7 del fruto del Duraznero variedad Jarillo

Linealidad

Si, cumple el supuesto de linealidad, el R cuadrado de la regresión se encuentra por encima de 0,50.

Independencia

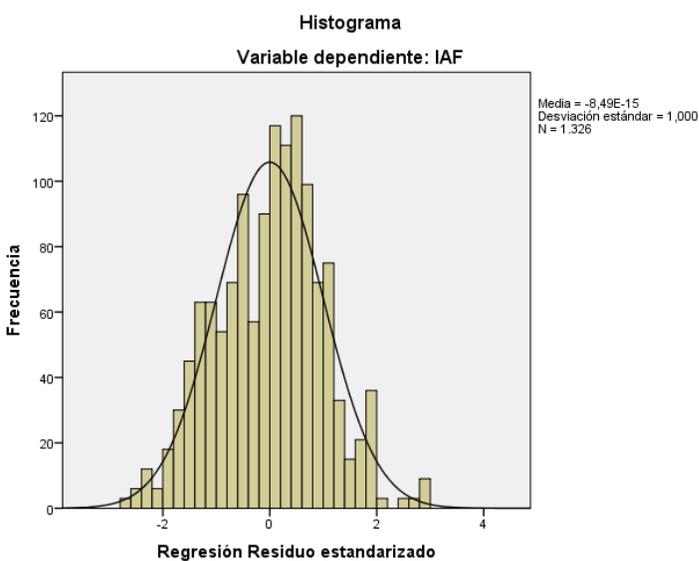
Supuesto de independencia índice de área foliar bajo el estadístico DW.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,723 ^a	0,523	0,523	1,29446	0,302

a. Predictores: (Constante), DDF (días después de la defoliación)

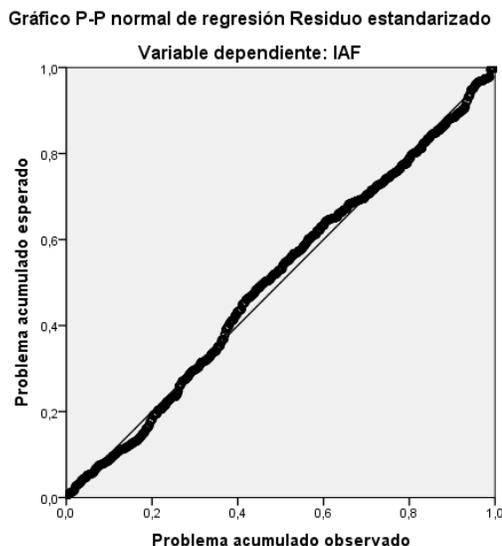
b. Variable dependiente, IAF.

Como el estadístico de DW no está en el rango de 1,5 y 2,5 significa que los datos están autocorrelacionados por lo tanto no se cumple el supuesto de independencia.



Histograma de IAF

La figura indica que de forma visual que los residuos tienden a distribuirse normalmente, los datos son normales.



P – p normal de regresión residuo estandarizado del IAF

La figura indica de forma visual que los residuos tienden a distribuirse normalmente. Esta afirmación no es concluyente, por lo tanto se realiza una prueba de Kolmogorov – Smirnov ya que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos.

Pruebas de normalidad índice de área foliar

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia.	Estadístico	gl	Significancia.
Residual	0,042	1326	0,000	0,993	1326	0,000

g. Corrección de significación de Lilliefors

En este caso se tiene en cuenta la prueba de Kolmogorov- Smirnov debido a que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos. Esta prueba de normalidad denota que los no datos proceden de una distribución normal debido a que la significancia está por debajo de 0,05.

Homocedasticidad

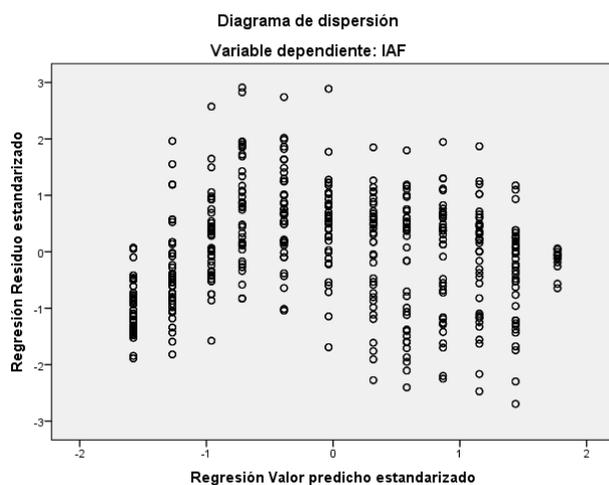


Diagrama de dispersión del IAF

La Figura muestra una tendencia definida por lo tanto no se cumple el supuesto de homocedasticidad.

No-Colinealidad

Coefficiente de los parámetros de regresión IAF.

Modelo	B	Error estándar	Coeficiente			Estadísticas de colinealidad	
			Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
1 (Constante)	2,410	,089		26,973	,000		
DDF (Días después de la defoliación)	,030	,001	,723	38,125	,000	1,000	1,000

a. Variable dependiente: IAF

La tabla indica el supuesto de no colinealidad, los VIF se encuentran por debajo de 10 por lo tanto se cumple la no colinealidad.

Anexo 20. Validación del modelo de ecuación para estimar la materia seca del fruto estadio 7 del fruto del Duraznero variedad Jarillo

Linealidad

Si, cumple el supuesto de linealidad, el R cuadrado de la regresión se encuentra por encima de 0,50.

Independencia

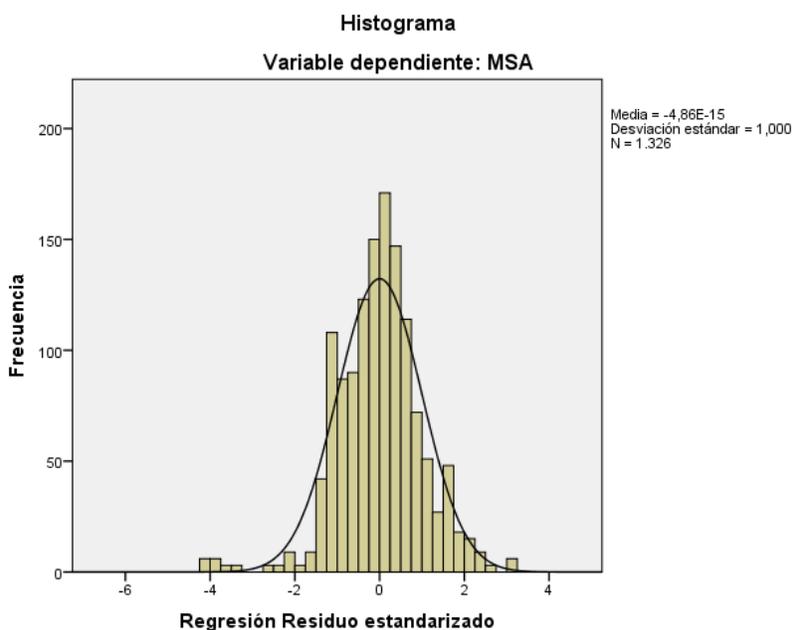
Supuesto de independencia para materia seca del árbol bajo el estadístico DW.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,722 ^a	0,521	0,521	1,29446	0,389

a. Predictores: (Constante), DDF (días después de la defoliación)

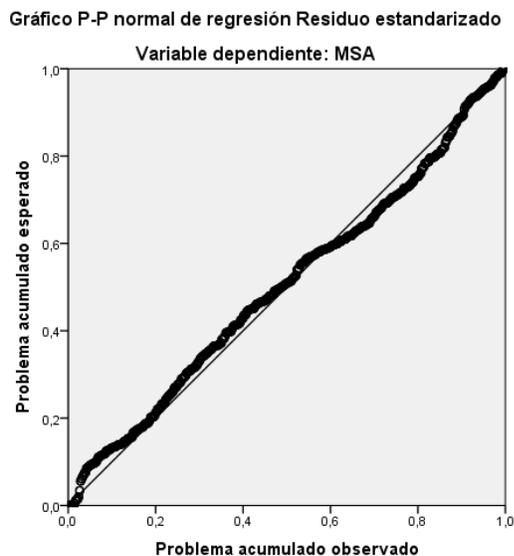
b. Variable dependiente, MSA (kg)

Como el estadístico de DW no está en el rango de 1,5 y 2,5 significa que los datos están auto correlacionados por lo tanto no se cumple el supuesto de independencia.



Histograma de materia seca del árbol (kg)

La figura indica que de forma visual que los residuos tienden a distribuirse normalmente, los datos son normales.



P – p normal de regresión residuo estandarizado de materia seca del árbol

La figura indica de forma visual que los residuos tienden a distribuirse normalmente. Esta afirmación no es concluyente, por lo tanto se realiza una prueba de Kolmogorov – Smirnov ya que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos.

Pruebas de normalidad para materia seca del árbol.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia.	Estadístico	gl	Significancia.
Residual	0,050	1326	0,000	0,966	1326	0,000

h. Corrección de significación de Lilliefors

En este caso se tiene en cuenta la prueba de Kolmogorov- Smirnov debido a que el tamaño de la muestra es mayor de 50 datos. Esta prueba de normalidad denota que los datos proceden de una distribución normal debido a que la significancia está por debajo de 0,05.

Homocedasticidad

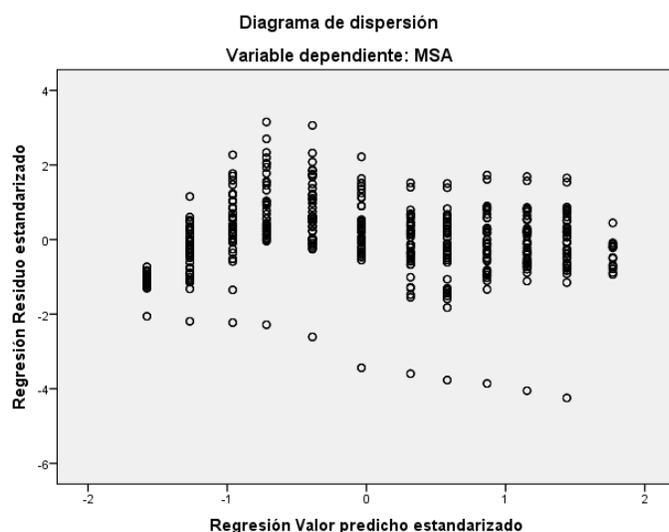


Diagrama de dispersión de materia seca del árbol

La Figura muestra una tendencia definida por lo tanto no se cumple el supuesto de homocedasticidad.

No-Colinealidad

Coefficiente de los parámetros de regresión materia seca del árbol (kg)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Estadísticas de colinealidad	
		B	Error estándar	Beta	t	Tolerancia	VIF
1	(Constante)	6,661	,254		26,223		
	DDF (Días después de la defoliación)	,084	,002	,722	37,924	1,000	1,000

a. Variable dependiente: MSA

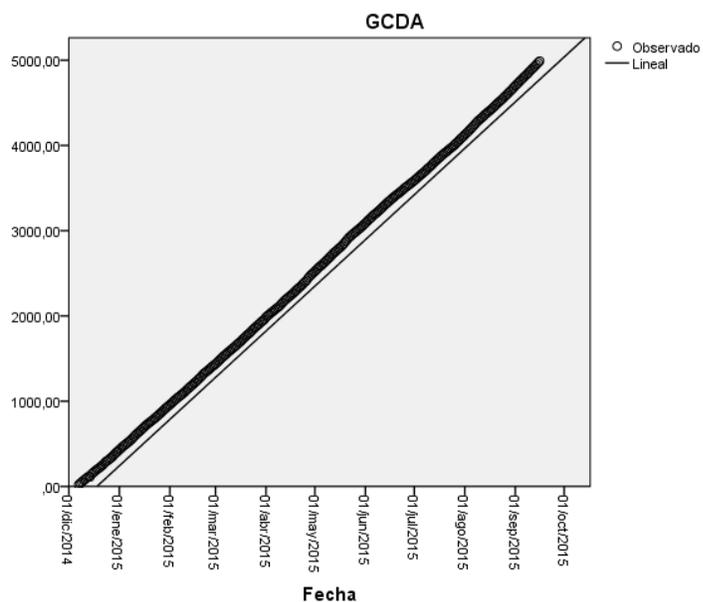
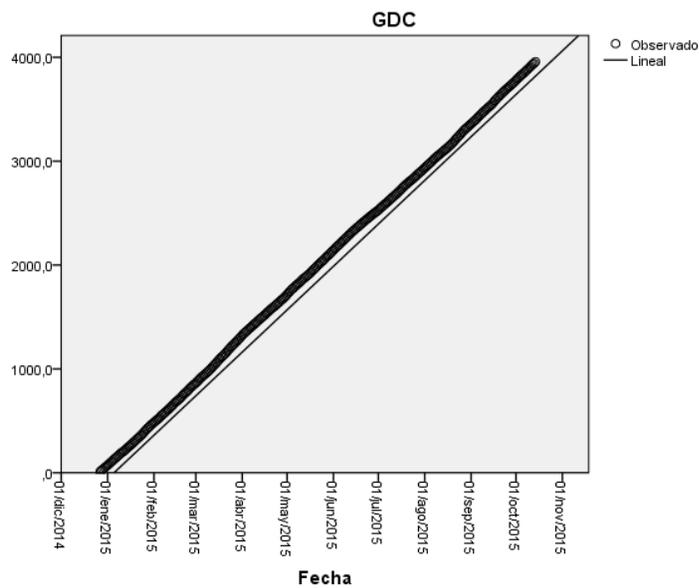
La tabla indica el supuesto de no colinealidad, los VIF se encuentran por debajo de 10 por lo tanto se cumple la no colinealidad.

Anexo 21. Promedios por altura de los índices fisiogénicos para análisis de crecimiento clásico

OBS	TRAT	TACMSA	TACPSLI	TACFRUTO	TACLARGO	TACANC	TACPROD	TACDEC	TACDLON	TRC	TCC	AFE1	IAF2	DAF
1	1	0,4024	0,00579	0,04588	0,28077	0,093407	1,05026	0,06885	0,06598	0,04836	0,01331	137,325	0,32792	21,8077
2	2	0,1467	0,00222	0,02857	0,11643	0,051062	0,41022	0,04280	0,04747	0,02430	0,00485	142,666	0,12353	11,9108
3	3	0,3347	0,00399	0,05634	0,21863	0,065147	0,64079	0,08454	0,10720	0,04367	0,01107	113,843	0,19326	20,0200
4	1	0,3315	0,00394	0,01744	0,06145	0,025275	0,36896	0,06885	0,02403	0,02401	0,01096	62,504	0,11129	13,3108
5	2	0,3042	0,00443	0,03465	0,17029	0,056392	0,72714	0,04280	0,05264	0,03270	0,01006	128,073	0,21951	20,0523
6	3	0,1976	0,00231	0,02242	0,09533	0,027784	0,37987	0,08454	0,02646	0,01731	0,00653	109,987	0,11445	12,1046
7	1	-0,1637	-0,00068	0,00825	0,04736	0,048089	0,66758	0,08762	0,00928	-0,01024	-0,00541	-85,099	0,15826	4,0531
8	2	0,6397	0,00977	0,04529	0,25797	0,087529	1,66170	0,05448	0,06260	0,04334	0,02115	120,243	0,39396	25,8077
9	3	0,1841	0,00228	0,01450	0,10860	0,031049	0,52403	0,10760	0,01904	0,01317	0,00609	181,550	0,12448	7,2092
10	1	0,0546	0,00105	0,00491	0,06226	0,008754	0,24756	0,06419	0,00678	0,00370	0,00181	141,274	0,07997	5,9605
11	2	0,0237	0,00048	0,00892	0,00556	0,014171	0,17032	0,03995	0,01481	0,00143	0,00079	42,088	0,05509	3,1962
12	3	0,0898	0,00099	0,00670	0,01812	0,008239	0,12735	0,07891	0,00895	0,00569	0,00297	82,617	0,04118	6,1038
13	1	0,0330	0,00054	0,00416	0,01507	0,008207	0,13993	0,06018	0,00601	0,00222	0,00109	138,191	0,04821	6,4337
14	2	-0,1903	-0,00188	0,00582	0,00486	0,009183	0,11978	0,03745	0,00762	-0,01146	-0,00629	-21,572	0,04126	-9,6246
15	3	0,1741	0,00188	0,00726	0,01106	0,003798	0,06513	0,07397	0,00886	0,00875	0,00576	34,317	0,02134	12,1477
16	1	0,0588	0,00063	0,00957	0,00000	0,000000	-0,00019	0,06024	0,01108	0,00369	0,00194	11,333	0,00375	5,9446
17	2	0,1149	0,00125	0,00590	0,00000	0,000000	-0,00013	0,03745	0,00760	0,00760	0,00380	0,500	0,00033	7,9631
18	3	-0,2834	-0,00498	0,00785	0,00917	0,000897	0,03518	0,07397	0,00807	-0,01638	-0,00937	-7,643	0,01316	-19,1385
19	1	0,0949	0,00083	0,00799	0,00000	0,000000	0,00002	0,08032	0,00919	0,00561	0,00314	9,000	0,00298	3,3785
20	2	0,0763	0,00083	0,01491	0,00000	0,000000	0,00017	0,04994	0,01354	0,00458	0,00252	3,000	0,00099	3,3046
21	3	-0,1037	0,00167	0,02137	0,00011	0,000000	0,00000	0,09863	0,01766	-0,00674	-0,00343	2,513	0,00166	-4,0892
22	1	0,0882	0,00077	0,01931	0,00000	0,000000	0,00022	0,07414	0,01056	0,00488	0,00292	5,000	0,00165	4,8900

OBS	TRAT	TACMSA	TACPSLI	TACFRUTO	TACLARGO	TACANC	TACPROD	TACDEC	TACDLON	TRC	TCC	AFE1	IAF2	DAF
23	2	0,1411	0,00154	0,02209	0,00000	0,000000	0,00000	0,04609	0,02037	0,00779	0,00467	1,500	0,00099	6,0200
24	3	0,2227	0,00231	0,02742	-0,00010	0,000000	-0,00039	0,09105	0,02773	0,01531	0,00737	1,000	0,00099	10,0900
25	1	0,0811	0,00077	0,05211	0,00000	0,000000	-0,00018	0,07414	0,04980	0,00411	0,00268	3,000	0,00099	2,7300
26	2	0,0705	0,00077	0,02876	0,00000	0,000000	-0,00014	0,04609	0,02915	0,00360	0,00233	2,000	0,00066	3,1700
27	3	0,1476	0,00154	0,02696	0,00000	0,000000	0,00032	0,09105	0,03793	0,00858	0,00488	2,500	0,00165	6,7000
28	1	0,0931	0,00077	0,02020	0,00000	0,000000	0,00018	0,07414	0,02254	0,00470	0,00308	7,000	0,00231	1,2100
29	2	0,0704	0,00077	0,03643	0,00000	0,000000	-0,00006	0,04609	0,01403	0,00346	0,00233	3,000	0,00099	-3,1600
30	3	0,0742	0,00077	0,03452	0,00000	0,000000	0,00008	0,09105	0,02085	0,00409	0,00245	7,000	0,00231	3,3800
31	1	-0,0174	-0,00333	0,00275	0,00000	0,000000	0,00000	0,06426	0,01566	-0,00084	-0,00058	7,000	-0,01157	2,1923
32	2	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,
33	3	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,
34	1	60,0500	4,00000	-0,20000	-1,12900	,	0,02000	0,01200	0,38000	-0,80800	1,98578	3,750	0,49603	0,1500

TACMSA: tasa absoluta de crecimiento materia seca del árbol (g/día), TACPSLI: tasa absoluta de crecimiento peso seco del limbo (g/día), TACFRUTO: tasa absoluta de crecimiento del fruto (g/día), TACLARGO: tasa absoluta de crecimiento largo del limbo (cm/d), TACANC: tasa absoluta de crecimiento ancho del limbo (cm/d), TACLPROD: tasa absoluta de crecimiento producto de largo por ancho del limbo (cm/d), TACDEC: tasa absoluta de crecimiento diámetro ecuatorial del fruto (cm/d), TACDLON: tasa absoluta de crecimiento diámetro longitudinal del fruto (cm/d), TRC: tasa relativa de crecimiento (g/g*día), TCC: tasa de crecimiento del cultivo, AFE: área foliar específica (cm²/día), IAF: índice de área foliar, DAF: duración de área foliar (días)

Anexo 21. Regresión lineal grados días calor acumulados Pamplona**Anexo 22. Regresión lineal grados días calor acumulados Chitagá**

Anexo 23. Regresión lineal grados días calor acumulados Pamplonita