

Evaluación de la calidad del fruto de duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv Gran Jarillo, durante la cosecha en dos localidades de la provincia de Pamplona, Norte de Santander.

**Catherine Mayerly Gutiérrez Osorio
Diciembre de 2017.**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Departamento de Agronomía
Programa Ingeniería Agronómica**

**Evaluación de la calidad del fruto de duraznero (*Prunus persica* (L). Batsch)) cv Gran
jarillo, durante la cosecha en dos localidades de la provincia de Pamplona, Norte de
Santander.**

**Catherine Mayerly Gutiérrez Osorio
1.094.273.963**

**Trabajo de grado modalidad investigación presentado como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo.**

**Director:
Erika Karina Ramírez Siniva.
Ingeniera Agrónoma
Docente Facultad de Ciencias Agrarias.**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Departamento de Agronomía
Programa ingeniería agronómica
Pamplona, Norte de Santander, diciembre 2017.**

Pamplona, 04 de diciembre de 2017

Señores
Comité de Trabajos de Grado
Departamento de Agronomía
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Pamplona

Yo, Erika Karina Ramirez, Ingeniera Agrónoma de profesión, identificada con cedula de ciudadanía N° 1.116.785.780 de Arauca-Arauca, docente del Departamento de Agronomía, Adscrito a la Facultad de Ciencias Agrarias, me permito hacer saber que:

Se autoriza la sustentación del trabajo final de pregrado titulado: **Evaluación de la calidad del fruto de duraznero (*Prunus persica* (L). Batsch)) cv Gran jarillo, durante la cosecha en dos localidades de la provincia de Pamplona, Norte de Santander.** Desarrollado por Catherine M. Gutiérrez Osorio, identificada con cedula de ciudadanía N° 1.094.270.163 de Pamplona, Norte de Santander, como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Pamplona.

Sin otro particular.

Atentamente,

ERIKA KARINA RAMIREZ SINIVA
C.C 1.116.785.780
Celular: 3125951591
E-mail: erika.ramirez@unipamplona.edu.co, erikakarinars@gmail.com

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por brindarme la sabiduría y la dedicación de formarme como profesional y enriquecer mi conocimiento como Ingeniera Agrónoma.

A la profesora Erika Ramírez Síniva, tutora de la tesis, por su extensa asesoría, colaboración, por compartir sus conocimientos para culminar este logro.

A la Universidad de Pamplona en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias quien me acogió en sus aulas y me dio una formación ética y profesional.

Gracias a los productores de durazno; Néstor Miranda, Cristian Villamizar Quienes me permitieron realizar el trabajo de campo durante 4 meses en sus fincas.

Al Profesa Gladys Montañez, quien de forma desinteresada colabore con la parte estadística de este proyecto, gracias a sus conocimientos y valiosos consejos

A mí Novío Alejandro Gáfaro, por su apoyo incondicional durante este proceso.

Un enorme agradecimiento a mi madre Luz Mary por todo el apoyo, por su esfuerzo y sabios consejos. Gracias infinitamente por todo.

A mi amiga Mónica Tribiño, gracias, el apoyo, paciencia y ánimo durante este proceso.

Y a los demás familiares, compañeros y docentes que estuvieron presentes a lo largo de mi formación.

Resumen

En Colombia el cultivo de durazno Gran Jarillo, se ha posicionado de manera ascendente, convirtiéndose en un fruto de mucho interés para productores y consumidores por su agradable sabor ácido-dulce y atractivo color, por su aporte nutricional y rendimiento en pulpa, siendo estas características las que le han atribuido su valor comercial, y su buena durabilidad poscosecha. Para evaluar los parámetros de calidad los parámetros a determinar en el presente estudio fueron: el peso fresco del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, color, firmeza del fruto (penetrometría), sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), pH, Acidez titulable, porcentaje de acidez e índice de madurez.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la altitud en las variables fisicoquímicas de la calidad del durazno Gran jarillo en la Provincia de Pamplona. Además, de establecer modelos de regresión y crecimiento para la influencia de estas variables y determinar el índice de madurez en función de las altitudes.

Para el desarrollo de la investigación se tomaron 13 árboles de durazno Gran Jarillo en dos altitudes diferentes, cada 10 días iniciando en estado fenológico 7, dando un total de 39 muestras por parcela al momento de la cosecha. Como resultado del muestro, se determinaron 4 estados de madurez (0-4) para cada altura de acuerdo a sus días después de defoliación. En cuanto a los parámetros de calidad, el mayor peso se registró en Cacota con un promedio de 56,29g.

Los sólidos solubles totales más altos se registraron en Pamplonita con un 12,88 $^{\circ}$ Brix en cosecha, la acidez tuvo un comportamiento similar en las dos localidades con un promedio de 0,23% como ácido málico y la firmeza más alta se encontró en Pamplonita con promedio de 12,8 kg/F.

Los datos se analizaron utilizando el programa estadístico el SPSS 23 para obtener ANOVAS de cada variable estimada y para determinar las curvas de crecimiento de dichas variables y la correlación entre ellas.

Contenido

Capítulo I	8
Introducción	8
2. Justificación	12
3. Delimitación.....	13
3.1 Delimitación temporal	13
3.2 Delimitación espacial.....	13
3.3 Alcance académico y/o investigativo.....	14
4. Objetivos	15
4.1 Objetivo general.....	15
4.2 Objetivos específicos	15
Capítulo 2.....	16
5. Marco de referencia.....	16
5.1. Antecedentes.....	16
5.1.1. Internacionales	16
5.1.2 Nacionales.....	17
5.1.3 Regionales.....	19
5.2 Marco contextual	20
5.2.1 Norte de Santander.....	20
5.2.2 Provincia de pamplona.....	21
5.3. Marco teórico.	23
5.3.1 Generalidades del durazno <i>Prunus persica</i> L. (Bastch).....	23
5.3.2 Generalidades de la variedad Gran Jarillo.	23
5.3.3 Clasificación taxonómica del durazno	24
5.3.4 Condiciones de desarrollo para el cultivo de durazno	24
5.3.5. Crecimiento y desarrollo.....	27
5.3.6 Morfología del durazno.....	29
5.3.7 Las Tasas de Crecimiento	30
5.4 Marco legal.	32
5.4.1 Acuerdo No.186 de la Universidad de Pamplona del 02 de diciembre de 2005.	32
5.4.2 Artículo 36.- Modalidades de Trabajo de Grado	32
Capítulo 3.....	34
6. Metodología	34
6.1 Diseño metodológico	34
6.1.1 Ubicación (Altitud)	34
6.1.2 El clima	34
6.1.3 Diseño experimental	35
6.2 El objeto de estudio.....	35
6.2.1 Medición de variables.....	36
6.3 Análisis estadísticos	39
Capítulo 4.....	41
7.1 Resumen de Anovas y Prueba Kruskal-Wallis para las variables asociadas a la calidad del fruto en dos altitudes en la provincia de Pamplona.	41
7.2 Correlación de las variables relacionadas con la calidad del fruto determinadas en el estudio para los dos rangos altitudinales	45

7.3 Análisis de crecimiento clásico para las variables relacionadas a la calidad del fruto en los dos rangos altitudinales.....	48
7.3.1 Tasa absoluta de crecimiento para el peso fresco del fruto en los dos rangos altitudinales.....	49
7.3.2 Tasa absoluta de crecimiento para la variable grados Brix en los tres rangos altitudinales.....	50
7.3.3 Tasa absoluta de crecimiento para el porcentaje de acidez en los dos rangos altitudinales.....	51
7.3.4 Tasa absoluta de crecimiento para el índice de redondez del fruto en los dos rangos altitudinales.....	53
7.3.5 Tasa absoluta de crecimiento para el promedio de firmeza del fruto en los dos rangos altitudinales.....	54
7.3.6 Tasa relativa de crecimiento para el índice de redondez del fruto en los dos rangos altitudinales.....	55
7.3.7 Tasa relativa de crecimiento para el peso fresco del fruto en los dos rangos altitudinales.....	56
7.4 Modelos de regresión para la predicción del comportamiento de las variables asociadas a la calidad del fruto	58
7.4.1 R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el peso fresco del fruto en estadio 7 y 8 de desarrollo del cultivo para duraznero cv. Gran Jarillo.....	58
7.4.2 R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el diámetro polar del fruto en estadio 7 y 8 de desarrollo del cultivo para duraznero cv. Gran Jarillo.....	59
7.4.3 R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de..... regresión curvilínea para estimar el Diámetro ecuatorial del fruto en estadio 7 y 8 de desarrollo del cultivo para duraznero cv. Gran Jarillo.....	60
7.5 Índices de madurez para duraznero cv. Gran Jarillo según la altitud	61
7.5.1 Índices de madurez determinados para el municipio de Pamplonita, vereda el Páramo.	61
7.5.2 Índices de madurez determinados para el municipio de Cacota, vereda Icota.	63
7.6 Determinación del color predominante en los frutos según la tabla de Munsell por medio de análisis de frecuencias.....	65
8. Conclusiones	69
9. Recomendaciones	71
Bibliografía	72
Anexos	77

Lista de Tablas

Tabla 1: <i>Clasificación taxonómica del durazno.</i>	24
Tabla 2: <i>Variables usadas para evaluar la calidad en los frutos de la planta de duraznero....</i>	37
Tabla 3: <i>Resumen de la Prueba Kruskal-Wallis para variables no paramétricas asociadas a la calidad del fruto en 2 altitudes en la provincia de Pamplona.</i>	41
Tabla 4: <i>Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables para estimar modelos en árboles de durazno en la provincia de Pamplona, Colombia</i>	45
Tabla 5: <i>R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el peso fresco del fruto en estadio 7 y 8 de desarrollo del cultivo.</i>	58
Tabla 6: <i>R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el diámetro polar del fruto en estadio 7 y 8 de desarrollo del cultivo.</i>	59
Tabla 7: <i>R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el diámetro ecuatorial del fruto en estadio 7 y 8 de desarrollo del cultivo.</i>	60
Tabla 8: <i>Color y codificación de la cáscara de los frutos de Durazno del Municipio de Pamplonita en diferentes estados de desarrollo, según la clasificación de la tabla de Munsell.</i>	66
Tabla 9: <i>Color y codificación de la cáscara de los frutos de Durazno del Municipio de Cacota en diferentes estados de desarrollo, según la clasificación de la tabla de Munsell.</i>	67

Lista de Figuras

Figura 1: Localización del departamento Norte de Santander	21
Figura 2: Localización de la subregión del Suroccidente, Norte de Santander, Colombia	22
Figura 3: Curva de crecimiento representativa del duraznero (<i>P. persica</i>)	28
Figura 4: Morfología del duraznero.....	30
Figura 5: Ubicación de las 2 parcelas a trabajar en la provincia de Pamplona.	34
Figura 6: Tasa absoluta de crecimiento para el Peso Fresco del Fruto en Pamplonita vereda el Páramo.	49
Figura 7: Tasa absoluta de crecimiento para el Peso Fresco del Fruto en Cacota vereda Icot 49	
Figura 8: Tasa absoluta de crecimiento para los Brix del Fruto en Pamplonita vereda el Páramo	50
Figura 9: Tasa absoluta de crecimiento para los grados Brix en Cacota vereda Icota	51
Figura 10: Tasa absoluta de crecimiento para el porcentaje de acidez en Pamplonita vereda el Páramo.	52
Figura 11: Tasa absoluta de crecimiento para el porcentaje de acidez Cacota vereda Icota.	52
Figura 12: Tasa absoluta de crecimiento para el índice de redondez del fruto en Pamplonita vereda el Páramo.....	53
Figura 13: Tasa absoluta de crecimiento para el índice de redondez del fruto en Cacota vereda Icota.....	53
Figura 14: Tasa absoluta de crecimiento para el promedio de firmezas del fruto en Pamplonita vereda el Páramo.....	54
Figura 15: Tasa absoluta de crecimiento para el promedio de firmeza del fruto en Cacota vereda Icota.....	54
Figura 16: Tasa relativa de crecimiento para el índice de redondez del fruto en Pamplonita vereda el Páramo.....	55
Figura 17: Tasa relativa de crecimiento para índice de redondez del fruto en Cacota vereda Icota	55
Figura 18: Tasa relativa de crecimiento para peso fresco del fruto en Pamplonita vereda el Páramo.	56
Figura 19: Tasa relativa de crecimiento para peso fresco del fruto en Cacota vereda Icota	57

Lista de anexos

Anexo 1: Resultados descriptivos del analisis estadistico y varianza para cada uno de las variables de calidad del fruto durznero (<i>Prunus persica</i> (L)).	77
Anexo 2: Resultados de la prueba de Kruskal- Wallis para cada una de las variables de calidad el fruto duraznero (<i>Prunus persica</i>) L.	79
Anexo 3: Resultados de las correlaciones para cada una de las variables de calidad el fruto duraznero (<i>Prunus persica</i>) L.	81
Anexo 4: Resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov para cada una de las variables de calidad el fruto duraznero (<i>Prunus persica</i>) L.	83

Capítulo I

Introducción

El durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch) es un frutal caducifolio, originario de China y perteneciente al género *Prunus* de la familia *Rosaceae*, según lo mencionan Castro y Puentes, (Africano et al., 2016). En Colombia, es considerado uno de los frutales de mayor importancia en las zonas de trópico alto, ya que posee ventajas comparativas con los que se siembran en las zonas templadas estudios hechos por Pinzón, (Africano et al., 2016).

El departamento de Norte de Santander se ha posicionado en el mercado Nacional como uno de los principales productores de durazno, especialmente la Provincia de Pamplona según lo afirma Fernández, citado por (Ramírez y Cáceres, 2015), la variedad Gran jarillo se ha adaptado a la región, pero se estima que los rendimientos promedios son muy variables en finca cuando se hace la comparación entre pequeños y grandes productores, esta variedad ha sido mejorada a través de métodos tradicionales y se han obtenido buenos rendimientos en grandes densidades de siembra de árboles de aproximadamente 12,5 años con una producción 65 t/ha año. (Miranda, Fischer, & Carranza, 2013)

En el durazno la calidad y el tiempo de vida útil varían en función del manejo cosecha y poscosecha, por ser este, un fruto de tipo climatérico, el transporte, empaque y venta son aspectos que de no darse un manejo disminuyen la calidad y el precio. (García M, 2006). En Colombia es escasa la reglamentación y normativa que establezca estándares de calidad de los productos frescos de consumo, por lo tanto, se permite una amplia conceptualización de la calidad y libertad tanto de productores como de comercializadores en establecer los parámetros de tiempo de cosecha y comercialización.

Las prácticas culturales tienen un rol importante en la determinación de calidad del fruto y su potencial de almacenamiento; sin embargo, la escasa invención de modelos tecnológicos y de investigación, han dificultado el proceso de comercialización de los productos y con esto se ha establecido una competencia por el producto y su transporte a lugares remotos. En la actualidad, el cultivo tiene grandes retos que están relacionados con las condiciones ambientales, disminuir los costos de producción en cuanto a manejo fitosanitario y de nutrición de la planta, además el uso de material genético adaptado a cada zona productora. (Gratacós, 2008)

En el presente trabajo se planteó como objetivos, determinar el efecto de la altitud en las variables fisicoquímicas de la calidad del durazno (*P. persica.*) cv Gran jarillo, iniciando en estadio 7 de la escala fenológica. Además, establecer modelos de regresión y crecimiento para la influencia de las variables fisicoquímicas en la calidad del durazno (*P. persica.*) cv Gran jarillo en función de las dos alturas y establecer los índices de madurez de duraznero según 2 altitudes de la provincia de Pamplona, con el fin de comparar el comportamiento de los parámetros de calidad de la variedad Gran Jarillo, con respecto a las dos altitudes.

1. Problema

1.1 Planteamiento y descripción del problema

La baja vida poscosecha del fruto de durazno es generada por la actividad metabólica del fruto y a su vez por su alto contenido de agua, junto con la escasa información del comportamiento fisicoquímico durante la etapa de poscosecha y un incorrecto almacenamiento; según afirman (Castro y Puentes, 2012), estas condiciones son consideradas como las principales causas de las pérdidas poscosecha en esta especie, cabe mencionar que existe un vacío en el manejo poscosecha, lo que dificulta entrar al mercado nacional para su comercialización.

El cultivo de Durazno es un importante renglón en la agricultura de la provincia de Pamplona, pues cuenta con un rápido desarrollo y adaptación, en los últimos años se ha venido fortaleciendo la producción de este frutal de hoja caduca, convirtiéndose en uno de los principales cultivos que se comercializa hacia el interior del país y en una de las principales actividades económicas de la provincia. (Peñaranda, 2012).

Debido a la demanda de este frutal y a su buena aceptación en el mercado surge la necesidad de investigar el comportamiento de los parámetros de calidad; peso fresco del fruto, peso seco del fruto, tamaño, dureza o consistencia de la pulpa, color, contenido de sólidos solubles, pH y contenido de acidez, sobre el crecimiento y cosecha del durazno cv Gran jarillo en dos altitudes, ya que se cuenta con escasa información sobre esta variedad, permitiendo establecer el tiempo preciso de cosecha donde el fruto cumple con dichos parámetros haciendo apto para su consumo.

Con el desarrollo de este trabajo de investigación se apunta a comparar la calidad del duraznero variedad Gran Jarillo en dos altitudes de la provincia de Pamplona, por medio del

desarrollo de herramientas útiles en la toma de decisiones en labores como cosecha, almacenamiento y que generen desarrollo tecnológico a este sistema productivo.

Con estos elementos, los agricultores y asistentes técnicos determinarán el momento preciso en el cual las labores ejecutadas tendrán un mayor provecho para la plantación. Así mismo podrán establecer las características que debe cumplir el fruto para ser cosechado apropiadamente.

2. Justificación

El cultivo de durazno en el año 2013, conto con un área cosechada en el país de 1.804 ha, con una producción de 25.584 toneladas y un rendimiento de 14,2 ton*ha⁻¹, siendo Boyacá el departamento con mayor participación en la producción nacional (52,27%) con un área cosechada de 828,20 ha y 12.952 ton (AGRONET, 2016).

En los estudios sobre durazno en Colombia, este se cultiva en seis departamentos del país: Boyacá (con 29 municipios al 2010), Cundinamarca (14), Meta (1), Norte de Santander (10), Santander (3) y Valle del Cauca (1). (Miranda C. , 2013).

En la actualidad, el cultivo tiene grandes retos que están relacionados con: cambio climático, reducción de insumos, ya sea de control fitosanitario o fertilización, tecnologías pre y poscosecha y también introducción de nuevos materiales de siembra, adaptados a condiciones ambientales específica (Fachinello, 2011).

Conocer el comportamiento de los componentes de calidad del durazno durante el crecimiento del fruto es importante para determinar las condiciones óptimas de calidad y madurez necesarias para la elección del momento de cosecha. (Ramirez y Cáceres 2015).

En la variedad Gran Jarillo, donde se dispone de escasa información en estos aspectos, es de gran utilidad el estudio de las variables q componen la calidad del producto y como varían en función de la altitud, para generar bases que permitan establecer herramientas de manejo en las labores de cosecha y porcosecha que mejoren la calidad. La construcción de ecuaciones predictivas durante el crecimiento del fruto nos sirven para determinar el punto exacto de cosecha ya que en los cultivos de durazno esta decisión se toma empíricamente por el productor siguiendo criterios visuales, según afirma (Arias y Velandia, 2008).

3. Delimitación

3.1 Delimitación temporal

Este trabajo se realizó teniendo como base la metodología propuesta por (Quevedo G, 2015) y utilizada en la tesis de pregrado de (Ramirez y Cáceres, 2015), con la finalidad de replicarlo en la Variedad Gran Jarillo, que ha venido tomando fuerza en la región, en aumento de área sembrada y producción.

Este trabajo tuvo como alcance investigativo, durante 08 meses, la comparación de la influencia de la altitud en los parámetros de calidad del fruto evaluando dos altitudes, asimismo la construcción de modelos de predicción para variables paramétricas y la determinación de los índices de madurez para las dos altitudes estudiadas. Para ello esto se tomaron 13 árboles de durazno Gran Jarillo en dos altitudes diferentes situadas en los municipios de Pamplonita a una altitud de 1860 m.s.n.m y Cácuta ubicada a 2100 metros sobre el nivel del mar en el departamento de Norte de Santander, se realizaron muestreos cada 10 días iniciando en estado fenológico 7 (Formación del fruto), se recolectaron 39 muestras por parcela al momento de la cosecha, tres frutos por árbol correspondiente a dicho órgano en estado 8 de desarrollo fenológico del cultivo (Maduración), para estimar el comportamiento de variables asociadas a la calidad como: peso fresco del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, color, firmeza del fruto (penetrometría), sólidos solubles (° Brix), pH, Acidez titulable, porcentaje de acidez e índice de madurez.

3.2 Delimitación espacial

El estudio se realizó en la provincia de Pamplona en el departamento de Norte de Santander, en los pisos térmicos templado, (1000 - 2000 msnm) y frío (2000 - 3000 msnm), en los municipios Pamplonita (Vereda el Páramo) y Cacota (Vereda Icota).

Los municipios para el estudio se delimitan geográficamente de la siguiente manera: Pamplonita 480 Km²; Norte con Bochalema; Nororiente con Toledo; Sur con Labateca; Suroccidente con Pamplona; Occidente con Cucutilla y sus coordenadas son 7° 26' Norte y 73° 39 oeste del Meridiano de Greenwich (Castellanos y Artehortúa, 2010).

Cacota por su parte está ubicado en la zona suroccidental del Departamento Norte de Santander, siendo su posición geográfica la siguiente: desde 1.148.600 a 1.165.420 longitud oeste y desde 1.287.090 a 1.302.850 latitud norte. Su superficie tiene un área de 139.71 kilómetros cuadrados. Limita al Norte con la vía principal que une al municipio con Pamplona, Hacia el sur se comunica con Chitagá. Por su límite noroccidental, a través de un carretable se comunica con el municipio Mutiscua; la vereda Icota tiene las siguientes coordenadas Latitud: 7° 14' (7,2333°) norte Longitud: 72° 38' (72,6333°) oeste (Alcaldía de Cacota, 2017).

3.3 Alcance académico y/o investigativo

Con el desarrollo de esta investigación se buscó rechazar la hipótesis nula de que no habrá influencia de la altitud en el comportamiento de los componentes de la calidad, y a su vez comprobar la hipótesis alternativa de que los componentes de la calidad del fruto de duraznero presentan diferencias en función a la altitud. También se buscó generar modelos de regresión que permitan predecir el comportamiento de las variables (peso fresco, diámetro ecuatorial y polar, °Brix, acidez titulable, firmeza, % de acidez) con el fin de evitar la realización de muestreos destructivos, y por último la determinación de los índices de madurez que sirvan de base a los productores para optimizar la labor de cosecha en la variedad Gran Jarillo.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general.

Evaluar los componentes de calidad del fruto de duraznero (*Prunus persica* (L). cv Gran Jarillo, durante la cosecha en dos altitudes de la provincia de Pamplona.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la altitud en las variables fisicoquímicas de la calidad del durazno (*P. persica.*) cv Gran jarillo.
- Establecer modelos de regresión para la influencia de las variables fisicoquímicas en la calidad del durazno (*P. persica.*) cv Gran jarillo en función de las dos alturas.
- Determinar los índices de madurez del duraznero (*Prunus persica* (L). cv Gran Jarillo, en las dos altitudes.

Capítulo 2

5. Marco de referencia

5.1. Antecedentes.

Como antecedentes que fundamentan el presente trabajo de investigación, se tomaron estudios realizados a nivel internacional, nacional y regional.

5.1.1. Internacionales

Cantín C. (2009), En su Tesis Doctoral evaluó el comportamiento agronómico y la calidad organoléptica, nutricional y poscosecha del fruto de 1111 genotipos, procedentes de quince poblaciones de mejora de melocotonero, durante tres años consecutivos. Las evaluaciones llevadas a cabo mostraron una amplia variabilidad fenotípica para todos los parámetros evaluados, en particular, para las fechas de floración y cosecha, producción, tamaño y forma del fruto y contenido en sólidos solubles. Igualmente, se encontraron correlaciones significativas entre los parámetros agronómicos y de calidad del fruto, cuyos coeficientes variaron según de la población de mejora estudiada.

Pinedo-Espinoza (2004), en su artículo, evaluaron dos cultivares de durazno ('Diamante' y 'CP-888'), dos densidades de plantación (333 y 444 árboles·ha⁻¹), con y sin aplicación de estiércol (0 y 40 kg·árbol⁻¹·año⁻¹) y, con y sin riego de auxilio limitado (0 y 240 litros·árbol⁻¹·año⁻¹) en sistema de cultivos intercalados con árboles de durazno con maíz y frijol en condiciones de temporal con suelos de humedad residual en el estado de Puebla, México. Los tratamientos estuvieron arreglados en campo en un diseño experimental de bloques al azar. Las variables evaluadas fueron; peso de fruto, diámetro ecuatorial y polar, firmeza, color, sólidos solubles totales, fenilalanina amonioliasa (PAL) y polifenoloxidasas (PPO).

Los frutos de los árboles de durazno cv. CP 88-8 con densidad de plantación alta, con aplicación de estiércol y riego de auxilio presentaron el mayor peso del fruto, mayor firmeza con la menor densidad de plantación, sin aplicación de estiércol y riego de auxilio. Con las dos densidades de plantación, con aplicación de estiércol y con y sin riego de auxilio mayor diámetro ecuatorial y polar. Con la densidad de plantación más alta, con aplicación de estiércol y con aplicación de riego mayor actividad fenilalanina amonioliasa.

García (2006), plantea caracterizar la calidad fisicoquímica, estableciendo categorías comerciales y evaluando la importancia de la refrigeración comercial en frutos de duraznos provenientes de las zonas productoras de la Colonia Tovar, estado Aragua, Venezuela, acondicionados para mantener su calidad y alargar su vida útil. Entre las variables más destacadas de calidad estuvieron los sólidos solubles totales con promedios de 18,2 °Brix, la acidez con 0,44 % como ácido cítrico y la firmeza con 13,7 kgf·mm⁻¹. Se estableció que, luego de acondicionar los frutos con los tratamientos antes descritos, la refrigeración alargó la vida útil hasta 9 días a diferencia del almacenamiento al ambiente donde la vida útil fue de 6 días.

5.1.2 Nacionales

(Africano *et al.* 2016), en su artículo caracteriza la poscosecha del fruto de durazno cv. Dorado bajo condiciones del trópico alto, en el municipio de Tuta; Boyacá, Colombia en madurez fisiológica. Se realizaron seis mediciones cada tercer día de parámetros fisicoquímicos como: pérdida de peso, color de epidermis y pulpa, tasa respiratoria, firmeza, extensibilidad, sólidos solubles totales (SST) y acidez total titulable (%ATT).

El fruto de durazno presentó un comportamiento climatérico de acuerdo con su tasa respiratoria; alcanzando el pico climatérico a los 9 días de almacenamiento, la pérdida de peso aumentó linealmente, con un valor de 17,18% en el día 11 de almacenamiento (temperatura de

$18\pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $75\pm 5\%$), la firmeza disminuyó durante el almacenamiento alcanzando valores de 6,5 N, de igual manera la ATT disminuyó a medida que avanzó la maduración del fruto; pasando de 0,95% en el día 1 a 0,76% en el día 11 de almacenamiento. Por su parte, el índice de color de la epidermis y de la pulpa, los SST, la relación de madurez (RM) y la extensibilidad aumentaron durante la poscosecha.

Parrado, Montañez & Cerón (2015), en su investigación plantean como propósito caracterizar algunos parámetros de calidad de durazno variedad Rubidoux durante el período de cosecha, a partir de la selección hecha por operarios en campo, de acuerdo al color de la piel como indicador de madurez. Durante seis semanas de la cosecha se evaluaron muestras de frutos, considerando aspectos como peso fresco, contenido de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$), categoría comercial de acuerdo al diámetro ecuatorial y color del fruto. La clasificación visual por el color de la piel permitió definir siete categorías, tres predominaron durante la cosecha (pintón, pintón-maduro y maduro), estos se correspondieron con el contenido de sólidos solubles; es así como el análisis de varianza mostró diferencias estadísticas entre Grados Brix y el color de piel.

Puentes, G.A., Bastidas, L.A. & Lemus, Á.L. (2015), En su artículo desarrollan un estudio para valorar las pérdidas de durazno durante la cosecha del año 2013; donde se lograron determinar los porcentajes de las mismas en el momento de la recolección y la identificación de las principales causas; se finalizó con la valoración, en pesos del mercado, de las pérdidas de la cosecha de fruta; para ello se hizo un seguimiento desde el primer día de la recolección hasta que se terminó la cosecha; se estableció una metodología precisa con la selección de la muestra (150 árboles), se planificó el sistema de recolección de los frutos, describiendo los métodos, los tiempos y movimientos de los operadores, la recolección de los frutos, la manipulación de los mismos y el desplazamiento de los recolectores en el cultivo

5.1.3 Regionales.

Zuleta, (2011), en su Tesis de maestría se enfocó a estudiar los índices morfo-fisiológicos estadios, fenológicos, comportamiento fisiológico y fenológico de la planta, y se caracterizaron las propiedades físicas y químicas en diferentes fincas, donde se establecieron modelos de crecimiento y desarrollo para el manejo morfo fisiológicos útiles a productores de la zona en la provincia de Pamplona, considerada un área importante para este cultivo. Se obtuvo como resultado los índices morfo fisiológicos del crecimiento y se concluyó que los rangos de las propiedades físicas y químicas obtenidos en el trabajo fueron de 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 13,0%. Ramírez y Cáceres (2015), determinaron las curvas de crecimiento de los componentes de calidad, así como los índices de madurez del fruto de duraznero de la variedad amarillo jarillo, en función de la altitud comparando 3 lotes ubicados en diferentes localidades de la Provincia de Pamplona (Pamplona, Chitagá y Pamplonita). Para ello, se tomaron las respectivas mediciones de las variables en laboratorio de frutos frescos muestreando cada 15 días desde el inicio del desarrollo del fruto, de igual manera fotografías de la evolución en el proceso de maduración. Los datos se analizaron utilizando los paquetes estadísticos SAS para obtener ANOVAS de cada variable estimada y el SPSS 22 para determinar las curvas de crecimiento de dichas variables y la correlación entre ellas. Obtuvieron como resultados, diferencias entre los pesos, grados Brix, firmeza y color en relación a la altitud.

5.2 Marco contextual

5.2.1 Norte de Santander.

Norte de Santander es uno de los 32 departamentos de Colombia. Está ubicado en la zona nororiental del país, sobre la frontera con Venezuela. Se localiza geográficamente entre los 06°56'42' y 09°18'01'' de latitud norte y los 72°01'13'' y 73°38'25'' de longitud oeste. Tiene una extensión de 22.130 km², que equivalen al 1.91% del millón ciento cincuenta y nueve mil ochocientos setenta y un kilómetros cuadrados (1.159.871,41 km²) del territorio nacional. (Gobernacion de Norte de Santander, 2017).

Limita al norte y al este con Venezuela, al sur con los departamentos de Boyacá y Santander, y al oeste con Santander y Cesar. Este departamento una geografía variada; compuesta por serranías, páramos, mesetas, llanuras y cerros, con municipios de diferentes alturas; esto lo hace inmensamente rico en paisajes y climas. (Gobernacion de Norte de Santander, 2017).

El Departamento de Norte de Santander tiene un total de 40 municipios Norte; Tibú, Bucarasica, El Tarra y Sardinata; Oriental; Cúcuta, El Zulia, Los Patios, Puerto Santander, San Cayetano y Villa del Rosario; Occidental; Abrego, Cáchira, Convención, El Carmen, Hacarí, La Esperanza, La Playa, Ocaña, San Calixto y Teorema; Centro; Arboledas, Cucutilla, Gramalote, Lourdes, Salazar Santiago y Villacaro; Suroriental; Bochálema, Chinácota, Durania, Herrán; Ragonvalia, Labateca y Toledo y Sur Occidental o provincia de Pamplona; Cácuta, Chitagá, Mutíscua, Pamplona, Pamplonita y Silos, que representan el 2,4% de la superficie total del país y el 10,3% de la Región Andina (MADR, 2006).



Figura 1: Localización del departamento Norte de Santander. Fuente. Gobernación Norte de Santander. Consultado mayo 2017. Disponible en: <https://goo.gl/5RiyLd>

5.2.2 Provincia de pamplona

Fundado en 1549. Presenta una temperatura de 15 °C está ubicada a 75 km de Cúcuta. Se caracteriza por su producción manufacturera y su industria corresponde a la producción de tejidos. Conocida como la ciudad estudiantil del oriente colombiano por su excelente calidad de instituciones educativas. Pamplona posee en sus museos la más completa colección de obras de arte religioso y de pintura colonia.



Figura 2: Localización de la subregión del Suroccidente, Norte de Santander, Colombia. Fuente: Gobernación de Norte de Santander. Archivado desde el original el 14 de noviembre de 2015. Consultado mayo 2017.

La provincia de Pamplona la conforman los municipios de Chitagá, Cacota, Silos, Mutíscua, Pamplonita y Pamplona, siendo una región netamente agropecuaria y con predominio de lo rural sobre lo urbano, con poco desarrollo agroindustrial.

El incremento del área sembrada del durazno ha sido impresionante en los últimos años (aproximadamente 1000 a las 1500 hectáreas), según algunos estudios preliminares, Norte de Santander aparece en el puesto 14 dentro de los departamentos que siembran durazno, con un área sembrada de 530 hectáreas, que posicionan al departamento, Norte de Santander en el primer lugar en el país, no solamente por área sembrada sino también por productividad por planta. (Peñaranda, 2012).

El estudio se realizó en la provincia de Pamplona en el departamento de Norte de Santander, en los pisos térmicos templados, (1000-2000 msnm) y frío (2000-3000 msnm), en los municipios de Cacota (vereda Icota) y Pamplonita.

5.3. Marco teórico.

5.3.1 Generalidades del durazno *Prunus persica* L. (Bastch).

Pertenece a la familia Rosaceae, subfamilia Prunoideae, subgénero Amygdalus (L.) Focke. Es originario de China y fue cultivado en Persia (actualmente Irán) antes de ser introducido en Europa (Westwood, 1993) citado por (Miranda C. , 2013) . El duraznero y el ciruelo pertenecen a los frutos de hueso que incluyen centenares de especies del género *Prunus*. El duraznero es una especie polinizada por insectos y la mayoría de las variedades son auto fértiles.

La autopolinización es alta (hasta 90%) por lo que se logra la formación de un gran número de frutos, que requieren de prácticas de raleo para reducir el número y así alcanzar un tamaño comercial. El fruto es una drupa de forma globosa u ovoide con diámetro de 4 a 10 cm, de colores entre amarillos y rojos (Baugher, 2003).

5.3.2 Generalidades de la variedad Gran Jarillo.

Esta variedad de duraznos presenta una piel rojiza con tonalidades amarillas. Pulpa amarilla con coloración rojiza alrededor del hueso. Forma ligeramente redondeada y de tamaño grande con peso aproximado de 150 g. Presenta buena resistencia a la manipulación poscosecha. Este durazno proveniente de Venezuela (Colonia Tovar, Jarillo), se estableció con buena adaptación en el departamento de Norte de Santander especialmente en los municipios de Pamplona, Chitagá, Silos y de Cácuta.

Las plantas son de gran tamaño debido a la distancia de plantación establecida de 6 a 7 m entre plantas y surcos. Se adapta de los 2.400 a 2.800 msnm con un requerimiento de horas frío 500 a 700 (Campos E., 1995).

5.3.3 Clasificación taxonómica del durazno

En cuanto a la clasificación se encuentra la realizada por Bastch (1801) que reporta lo siguiente:

Tabla 1: *Clasificación taxonómica del durazno.*

<i>Taxonomía</i>	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Rosales
Familia:	Rosaceae
Subfamilia:	Amygdaloideae
Tribu:	Amygdaleae
Género:	<i>Prunus</i>
Especie:	<i>Prunus persica</i>
	(L.) Stokes, 1812 <i>non</i> Batsch, ¹
	1801

Nota: Fuente: tomado de <https://goo.gl/5UxWCE> consultado en mayo 2017.

5.3.4 Condiciones de desarrollo para el cultivo de durazno

El duraznero proveniente de zonas templadas tiene un ciclo fenológico diferente a los cultivos tropicales propiamente dichos, presentando unos estados bien marcados entre cosechas, caída foliar, reposo, inducción floral, hinchamiento de yemas, floración, crecimiento y desarrollo y cosecha dicho por Castro y Puentes citado por (Africano et al., 2016).

5.3.4.1 Caída foliar y defoliación

La defoliación es un proceso determinante en la programación de la cosecha, ya que se logra adelantar o atrasar la misma y se presenta de forma natural en las zonas de origen. (Castro y Puentes, 2012), indican que en las zonas de trópico y subtrópico, donde no existen las condiciones de fotoperiodo y temperatura que induzcan la defoliación de esta especie, los árboles no logran defoliarse en un cien por ciento. Se dice que en las zonas productoras son usados productos, como oxiclورو de cobre, 5,5g L⁻¹, en mezcla con sulfato de zinc, de 7,5 a 10g L⁻¹ (la cantidad varía según el porcentaje de defoliación natural y el clima) o con clorato de sodio (defoliante inorgánico), de 4 a 8L ha⁻¹ (Fischer G. , 2010).

5.3.4.2 Dormancia y acumulación de horas frío

La dormancia, se puede definir como la suspensión temporal del crecimiento visible en cualquier estructura de la planta que contiene un meristemo (Lang et al. 1987), citado por (Fischer G. , 2010). El duraznero presenta una serie de mecanismos que le permiten soportar los cambios climáticos, en las zonas templadas. Estos inducen respuestas fisiológicas, entre las que se encuentran la dormancia y el balance entre inhibidores y promotores del crecimiento.

La posibilidad de formar yemas y experimentar ciclos de crecimiento y dormancia ha sido una adaptación evolutiva de suma importancia, en el proceso de supervivencia (Rohde & Bhalerao, 2007) (Fischer G. , 2010).

En las zonas tropicales, el sistema de medición de horas frío (HF) no es muy relevante, debido al modelo de producción de cosecha continua y a que las plantas no entran en endodormancia (Westwood, 1993) citado por (Miranda C. , 2013). Una vez las plantas se hallan en este estado, se hace necesario acumular cierto número de horas frío o unidades de frío, dependiendo del modelo de cálculo, para salir de este estadio de reposo o dormancia.

5.3.4.3 Inducción y diferenciación floral

En duraznero, la inducción floral ocurre, normalmente, muy cerca de la cosecha, en ramas del último crecimiento, que aún no han producido frutos, (Leite et al. 2004), citado por (Fischer G. , 2010), sugieren que para entender el patrón de brotación de yemas florales en el duraznero, se deben tener en cuenta factores, como la capacidad para usar los azúcares solubles, para lo cual, se podría tomar, como indicador, la capacidad de síntesis de almidón almacenado en el leño. Al respecto, (Fischer G. , 2010) indican que cuando el árbol se encuentra en estados fenológicos desfasados y traslapados, como sucede por falta de frío o después de una sequía, las yemas pueden abrirse antes de la cosecha y dificultan el manejo adecuado, en sistemas de cosechas continuas.

5.3.4.4 Temperatura y altitud

La temperatura es el factor que quizás más afecta la producción de *P. persica*, ya que en la zona templada la producción se maneja bajo la técnica de única cosecha, en la que el árbol entra en una dormancia profunda y requiere de temperaturas entre 6 y 8°C, para satisfacer los requerimientos de HF, lo que coincide con la estación de invierno. Se reporta que para el crecimiento del cultivo en sistemas comerciales se necesitan temperaturas anuales mínimas de 12 a 13°C (Fischer, 1992). Temperaturas promedio entre 14 y 20°C han favorecido la producción continua de caducifolios en Colombia, en donde se ha encontrado que temperaturas alrededor de 18°C son adecuadas para el crecimiento, la floración y el desarrollo del fruto en caducifolios (Fischer, 1992).

5.3.4.5 Relaciones hídricas

(Del Angel, 2001) consideran que el crecimiento y la productividad de los cultivos está en función del uso eficiente del recurso hídrico, ya que un déficit marcado en el suelo afecta la

producción final; aunque en algunas especies sometidas a un estrés hídrico moderado puede llevar a mejorar la eficiencia del uso del agua y la calidad de los productos.

5.3.4.6 Recursos genéticos

En cuanto a recursos genéticos, para el caso de duraznero en las zonas tropicales de América, estos provienen, en su mayoría, de árboles francos, haciendo referencia a su procedencia, a partir de semillas, traídas por los españoles durante el proceso de conquista y debido a procesos de selección natural o asistida, se han adaptado a las condiciones agroecológicas tropicales (Westwood, 1993) citado por (Fischer G. , 2010).

5.3.5. Crecimiento y desarrollo

En duraznero, el crecimiento del pericarpio sigue un patrón doble sigmoidea, con dos periodos de incremento rápido y una fase intermedia de crecimiento, aparentemente suspendido (Casierra *et al.* 2004). Durante **la etapa I**, la que comprende desde la antesis o pleno desarrollo de la flor, hasta el inicio del endurecimiento del carozo, el endocarpio se desarrolla en un 80%, el mesocarpio presenta máxima división celular y mayor crecimiento en diámetro polar que ecuatorial, lo que confiere una forma alargada. (Donoso *et al.* 2008)

En la etapa II, los procesos de mayor importancia son la lignificación del carozo, que ya comenzó en la etapa I, y el crecimiento del embrión, que es incompleto en variedades tempranas y completo en variedades tardías. La etapa III, es de rápido aumento de tamaño, peso fresco y hacia el final, de peso seco (Gil, 2000) citado por (Donoso *et al.* 2008). Las fases I y III, tienen una duración similar en los diferentes cultivares de duraznero.

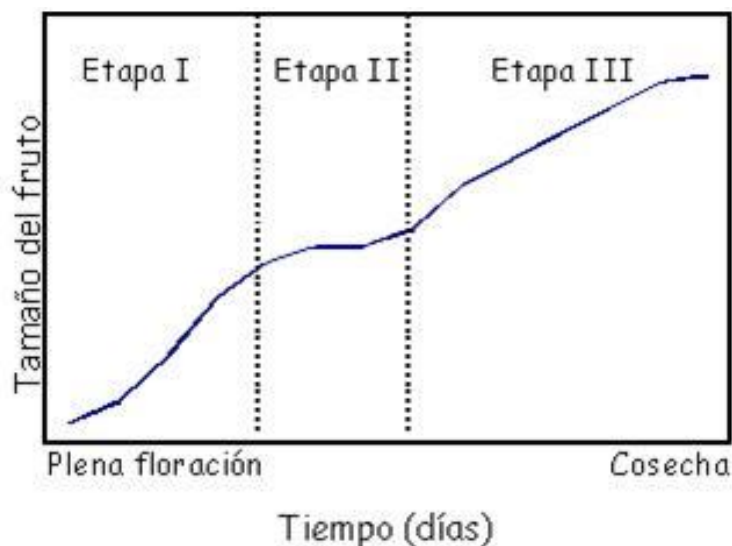


Figura 3: Curva de crecimiento (Doble sigmoidea), representativa del duraznero (*P. persica*).
Fuente: <https://goo.gl/eo1mRH>. Consultado noviembre 2017.

Por el contrario, la fase II, que es la que determina la duración entre floración y cosecha, puede ser de unos pocos días, como ocurre en cultivares muy precoces, hasta de varias semanas, como sucede con aquellos cultivares que maduran a fines de estación (Lemus y colaboradores, 1993) citado por (Donoso *et al.* 2008).

5.3.5.1. Maduración del fruto

Es un proceso en el que ocurren algunas transformaciones fisicoquímicas altamente sincronizadas que dan origen a un determinado estado fisiológico este va ligado a una serie de cambios en características como: color, consistencia de la pulpa, contenido de sólidos solubles, acidez y hasta el aroma, emerge de un estado incompleto hasta alcanzar el máximo crecimiento y una calidad comestible adecuada y esta serie de procesos generalmente ocurre cuando aún el fruto está en el árbol. La maduración marca el final del desarrollo de una fruta y el comienzo de la senescencia. (Arias y Velandia, 2008).

El durazno, así como otras drupáceas es un fruto climatérico altamente perecedero lo que significa que su maduración puede continuar luego de la recolección.

Entre los índices de mayor utilización para determinar la madurez óptima figuran la firmeza la cual tiene una disminución, el color de la epidermis que varía de verde a amarillo, la relación °Brix: ácido en el cual se presenta pérdida del ácido málico. (Saucedo y Mitchell, 1990) citados por (Medina, 2000).

5.3.5.2 *Madurez de cosecha*

La madurez de cosecha o comercial es la etapa fisiológica en el desarrollo de la fruta cuando se desprende del árbol y puede llegar a desarrollar madurez de consumo (Gallo, 1997).

5.3.5.3 *Madurez de consumo*

La madurez de consumo es el momento en el desarrollo fisiológico del fruto en que las características sensoriales como: color, sabor, aroma, textura, consistencia entre otras son completas para frutos climatéricos como el durazno la madurez de cosecha debe ser igual o cercana a la de consumo (Arias y Velandia, 2008).

5.3.5.4 *Madurez Fisiológica*

La madurez fisiológica es el momento en que el desarrollo fisiológico de todas sus partes permite que las semillas estén maduras aptas para su reproducción. En algunos casos como el durazno la madurez de consumo se logra antes que la madurez fisiológica. (Gallo, 1997).

5.3.6 Morfología del durazno.

El árbol puede alcanzar 6 - 8 m de altura. El tallo es de color cenizo claro o rosado oscuro y bien ramificado. La raíz principal es profunda y las secundarias son superficiales.

El sistema radical es inicialmente profundo y luego pasa a ramificar. Las yemas pueden estar aisladas o agrupadas en número de 1, 2, 3 o 4, en un mismo nudo.

Las hojas son alternas y de 10 a 20 cm de ancho. Posee glándulas esféricas o reniformes en la base de la hoja o del pecíolo que se utilizan en la diferenciación de variedades.

Las flores pueden ser pequeñas, medianas o grandes, con cáliz caduco, gamosépalo, 5 pétalos de tamaño y formas variables, de color rosado, a veces blanquecinos. El número de estambres varía entre 25 y 45 y están insertos en el borde del receptáculo. El ovario es unilocular. El fruto es una drupa de piel lisa o pubescente.

La pulpa es dulce acidulada y tiene color verde claro, amarillo o púrpura. El hueso o endocarpio varía de tamaño, forma y coloración, posee superficie irregular y alberga en su parte interna la semilla. (Asohofrucol, 2014).



Figura 4: Morfología del duraznero. Fuente: <https://goo.gl/5UxWce>. consultado en mayo 2017

5.3.7 Las Tasas de Crecimiento

El crecimiento se refiere a un incremento irreversible de materia seca o volumen, cambios en tamaño, masa, forma y/o número, como una función del genotipo y el complejo ambiental, dando como resultado un aumento cuantitativo del tamaño y peso de la planta (Kru, 1997) citado por (Castellanos, Segura, & Núñez, 2010).

Es un proceso complejo que incluye muchos procesos como división celular, elongación, fotosíntesis, síntesis de otros compuestos, respiración, translocación, absorción y transpiración (Gómez, Buitrago, & Huertas, 1999).

5.3.7.1 TAC Tasa Absoluta de Crecimiento

La TAC es una tasa de cambio en tamaño, o sea un incremento del tamaño por unidad de tiempo. (Barrera, Suarez, & Melgarejo, 2010):

$$TAC = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1}$$

Donde:

P= Peso fresco

T= Tiempo.

5.3.7.2 TRC Tasa Relativa de Crecimiento

En cuanto a la Tasa Relativa de Crecimiento, compara la eficiencia en la producción de materia seca., es por ello que se expresa el crecimiento teniendo en cuenta el peso o tamaño ya alcanzado. (Coutis, 2014).

$$TRC = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{T_2 - T_1}$$

Donde:

P= Peso fresco

T= Tiempo.

5.4 Marco legal.

5.4.1 Acuerdo No.186 de la Universidad de Pamplona del 02 de diciembre de 2005.

Por el cual compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado.

Trabajo de grado: Artículo 35.- Definición de Trabajo de Grado.

En el Plan de Estudios de los programas, la Universidad establece como requisito para la obtención del título profesional, la realización por parte del estudiante, de un trabajo especial que se denomina “TRABAJO DE GRADO”, por medio del cual se consolida en el estudiante su formación integral, que le permite:

- a) Diagnosticar problemas y necesidades, utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad.
- b) Acopiar y analizar la información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicas.
- c) Desarrollar planes y ejecutar proyectos, que le permitan demostrar su capacidad en la toma de decisiones.
- d) Formular y evaluar proyectos.
- e) Aplicar el Método Científico a todos los procesos de estudio y decisión.

Parágrafo Primero. - El Trabajo de Grado, según sus características puede ser realizado en forma individual o en grupo. Corresponde al Comité de Trabajo de Grado autorizar que dos (2) o más estudiantes se integren para realizar uno solo. En todos los casos, se presentará un sólo informe.

5.4.2 Artículo 36.- Modalidades de Trabajo de Grado

El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en la siguiente modalidad:

Investigación: comprende diseños y ejecución de proyectos que busque aportar soluciones nuevas a problemas teóricos o prácticos, adecuar y apropiar tecnologías y validar conocimientos producidos en otros contextos. Para los estudiantes que se acojan a esta modalidad, deberá presentar al Director de Departamento el anteproyecto que debe contener: propuesta para la participación en una línea de investigación reconocida por la Universidad, tutor responsable del Trabajo de Grado y cronograma, previo estudio y aprobación de la misma, del respectivo Grupo de Investigación.

Capítulo 3

6. Metodología

6.1 Diseño metodológico

6.1.1 Ubicación (Altitud)

Las dos parcelas a trabajar se ubicaron en Cacota (vereda Icota) a 2100 m.s.n.m, y Pamplonita (vereda el Páramo) 1860 m.s.n.m municipios pertenecientes al departamento de Norte de Santander.

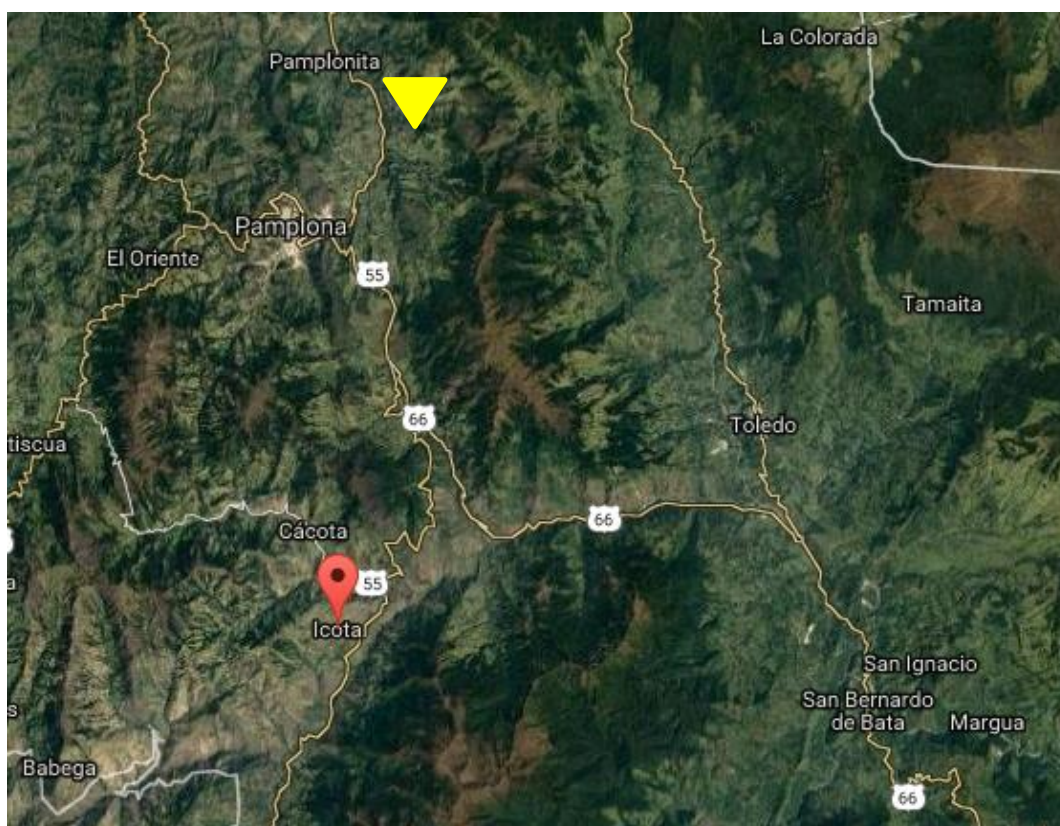


Figura 5: Ubicación de las 2 parcelas a trabajar en la provincia de Pamplona.

Fuente: <https://goo.gl/wsRLwM> consultado noviembre de 2017.

6.1.2 El clima

En el municipio de Pamplonita la precipitación corresponde a la cuenca del Catatumbo, es de carácter bimodal, esta cuenca del río Catatumbo atraviesa del Sur-occidente al Nor-oriental al

departamento de Norte de Santander (Colombia), se estima que el 60 % del agua dulce del lago Maracaibo lo aporta este río, en Cacota por su parte las lluvias es unimodal ya que corresponde a la cuenca del Orinoco. Esta cuenca tiene una superficie de casi 989 000 km², de los que 643 480 km², es decir, algo más del 65 %, quedan en territorio venezolano, mientras que el 35 % restante queda en territorio colombiano, en los Llanos colombianos y la vertiente oriental de la cordillera Oriental de Colombia, un tramo de la gran cordillera de los Andes.

6.1.3 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue de bloques completamente al azar que consta de 1 factor con 2 niveles; con 13 unidades experimentales, 3 repeticiones, utilizando un muestreo completamente destructivo.

6.2 El objeto de estudio

El objeto de estudio fueron los parámetros de calidad del fruto de durazno, variedad Gran Jarillo, que se ha logrado adaptar a las condiciones agroecológicas tropicales exitosamente entre los 2.400 y 2.800 m.s.n.m altitudes óptimas para su buen desarrollo y producción. Este durazno proveniente de Venezuela (Colonia Tovar, Jarillo), se estableció con buena adaptación en el departamento de Norte de Santander especialmente en los municipios de Pamplona, Chitagá, Silos y de Cúcota. Las plantas son de gran tamaño debido a la distancia de plantación establecida de 6 a 7 m entre plantas y surcos. (Campos,1995).

La madurez en cosecha es el factor que más determina la vida comercial y la calidad final de la fruta. Los frutos inmaduros fisiológicamente son más susceptibles a marchitarse, a daños mecánicos y resultan de peor calidad cuando maduran. Sobremaduros se vuelven pronto

blandos e insípidos. Cualquier fruto cosechado muy pronto o muy tarde es más susceptible a desórdenes fisiológicos y posee menor período de almacenamiento, que un fruto cosechado en el momento óptimo. (Valero, Ruiz, 1998).

Se escogieron en cada parcela 13 árboles de la parte media de cada lote, los cuales se marcaron numerándolos de 1 a 13 con cintas amarillas. Los muestreos se realizaron en rangos de 10 días iniciando en estado fenológico 74 (crecimiento del fruto), después del raleo, se recolectaron 3 frutos por árbol para estimar la evolución de variables como: peso fresco del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, color, firmeza del fruto (penetrometría), sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), pH, Acidez titulable, porcentaje de acidez e índice de madurez. (Quevedo E. , 2011).

6.2.1 Medición de variables

Las variables a medir se establecieron teniendo en cuenta los posibles cambios físicos y químicos que se pueden presentar a medida que los frutos crecen, pues son estos parámetros los que determinan el momento de madurez óptima para la cosecha. (Herrera, 2006).

Las variables físicas de determinación de madurez incluyen cualidades perceptibles como: color; en la variedad Gran Jarillo los frutos de durazno inician con coloración verde hasta llegar a la propia de la variedad en este caso Rojo-amarillo.

Las variables de tipo organolépticas están dadas por algunas características que son percibidas por los sentidos como textura, brillo superficial, jugos, entre otros y los métodos químicos se basan en el pH, la acidez y los sólidos solubles o grados Brix que indican la cantidad de sólidos solubles totales que posee la fruta, y se usa como un estimador de su dulzor, el cual para el caso de durazno el mínimo está en 10° Brix (Herrera, 2006).

En la tabla 2, se relacionan las variables medidas y las unidades en que se tomaron.

Variable	Unidades
Peso fresco del fruto	Gramos (g)
Diámetro longitudinal o polar	Centímetros (cm)
Diámetro ecuatorial	Centímetros (cm)
Color	Tabla MUNSELL
Firmeza superior (Penetrometría)	Kilogramos/fuerza (kg/f)
Firmeza inferior (Penetrometría)	Kilogramos/fuerza (kg/f)
Solidos solubles	° Brix
pH	Escala de 0-14
Acidez titulable	Mililitros de NaOH gastados
Porcentaje de acidez	% de ácido Predominante (Málico)
Índice de madurez	° Brix/porcentaje de acidez
Índices de madurez (imágenes)	Cámara fotográfica

Tabla 2: Variables usadas para evaluar la calidad en los frutos de la planta de duraznero.

Fuente: Archivo personal

El peso fresco se midió utilizando una balanza analítica, los diámetros polar y ecuatorial se tomaron utilizando un calibrador pie de rey manual, el color se determinó utilizando la tabla de Munsell (1977), se ubicó el fruto sobre una base de color blanco y se identificó el color dominante en el fruto el cual se relacionó con la escala de la tabla, tomando el Chrome y value mas aproximado al color real. Seguido se determinó la firmeza en dos caras del fruto, con un penetrómetro en unidades (kg/fuerza). Esta metodología se utiliza desde 1997, ha sido citada por (Villamizar, 2009), y (Ramirez y Cáceres 2015), en estudios relacionados.

El contenido de solidos solubles totales o Grados Brix se estableció utilizando un refractómetro portátil de baja (0-32°Brix), se extrajeron dos gotas de jugo de la pulpa, se

ubicaron en el prisma del equipo, seguidamente se enfocó hacia la luz, y se tomó la lectura arrojada la cual se da en unidades de 0,2.

En cuanto a la determinación del pH se utilizó un potenciómetro previamente calibrado, se tomó una muestra de 20 gramos de pulpa que se licuó en 20 ml de agua, seguidamente se lavó el electrodo con agua destilada, este fue colocado en la muestra quedando allí hasta que se lograra estabilizar, para hallar la acidez se utilizó la muestra usada en la prueba del pH, a la cual se le adicionaron 3 gotas de fenolftaleína y se hizo su respectiva titulación con Hidróxido de Sodio (NaOH) al 0,098N, hasta lograr el cambio de color a una tonalidad rosa o la titulación a un pH de 8.2 donde se neutraliza el ácido predominante según (Altube, Budde, Ontivero, & Rivata, 2001). Para calcular la acidez se utilizó la formula

$$\% \text{ acidez} = B * N * E * 100 / W. \text{ (Gallo, 1997) citado por (Villamizar, 2009).}$$

Dónde: B= ml de NaOH gastados

N= Normalidad del NaOH

E= Peso equivalente del ácido

W= Peso de la muestra.

El índice de madurez se halló, teniendo en cuenta la relación sólidos solubles/acidez. Para determinar los índices de madurez o cosecha se utilizó la clasificación descrita por (Villamizar, 2009) y (Ramirez y Cáceres, 2015), en donde se separan los índices en:

Sensoriales: color de la piel y de la pulpa: en el cual se utilizaron los frutos en diferentes estados de desarrollo provenientes de las dos altitudes, se registró en fotografías tomadas tanto a la piel como a la pulpa del fruto los resultados obtenidos y para posteriormente escoger las que mejor mostraran el color de la piel y la pulpa.

Físicos: peso fresco, peso seco, tamaño, consistencia, sólidos solubles, pH.

Químicos: acidez total en porcentaje del ácido predominante (ácido málico) en el fruto.

Para la determinación de la tasa absoluta de crecimiento empleando la siguiente fórmula empleada por (Barrera, Suarez, & Melgarejo, 2010):

$$TAC = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1}$$

Donde:

P= Peso fresco

T= Tiempo.

En cuanto a la Tasa Relativa de Crecimiento se utilizó la fórmula por unidad de tiempo, (Barrera, Suarez, & Melgarejo, 2010).

$$TRC = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{T_2 - T_1}$$

Donde:

P= Peso fresco

T= Tiempo.

6.3 Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico Spss 23 en primera medida se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, para determinar la influencia de la altitud sobre la evolución de las variables, seguidamente se evaluó la correlación entre las variables asociadas a la calidad del fruto, para identificar cuáles de las variables influyen directamente en la calidad

del fruto, se aplicaron análisis de estimación curvilínea para establecer modelos de regresión de los cuales se escogieron para cada variable teniendo en cuenta que el R^2 fuese al menos de 50 %. Y a su vez tomando los modelos con el mejor R^2 ajustado, La significancia de modelos y de los parámetros de la regresión a un nivel de probabilidad de 0,05 o 0,01, para establecer las diferencias entre los tratamientos se utilizó prueba de Kruskal-Wallis.

Capítulo 4

7. Resultados y Discusión

De este proyecto de investigación realizado se obtuvo como productos finales: La comparación de las variables determinantes en función a la altitud con la tabla de ANOVAS, además de la correlación entre dichas variables, las ecuaciones predictivas de la evolución de cada variable medida y los índices de madurez para cada altitud, productos que se describen a continuación.

7.1 Resumen de Anovas y Prueba Kruskal-Wallis para las variables asociadas a la calidad del fruto en dos altitudes en la provincia de Pamplona.

Tabla 3: Resumen de la Prueba Kruskal-Wallis para variables no paramétricas asociadas a la calidad del fruto en 2 altitudes en la provincia de Pamplona.

variables	altitud	promedio	p-valor	interpretación
Peso fresco	1860	39,33	0,000	si hay diferencias.
	2100	56,29		
D. Longitudinal	1860	3,80	0,00	si hay diferencias
	2100	4,30		
D. ecuatorial	1860	3,87	0,908	no hay diferencias
	2100	4,43		
Índice de redondez	1860	0,99	0,88	no hay diferencias
	2100	0,98		
Firmeza Superior	1860	11,353	0,000	hay diferencias.
	2100	10,18		
Firmeza Inferior	1860	11,83	0,000	hay diferencias
	2100	10,67		
°Brix	1860	10,50	0,000	hay diferencias
	2100	9,67		
pH	1860	4,06	0,619	no hay diferencias
	2100	4,07		
A. tituable	1860	5,78	0,000	si hay deferencias
	2100	6,58		
Brix SST/acidez	1860	58,87	0,000	si hay diferencias
	2100	46,39		
% de acidez	1860	0,190	0,000	si hay diferencias
	2100	0,216		

En la tabla anterior, se presenta en forma de resumen el resultado de las medias para cada variable, el nivel de significancia, evaluada por tratamiento para las que se aplicó la prueba para medidas no paramétricas independientes Kruskal-Wallis que se basa en la combinación de todas las observaciones en las muestras independientes para formar un solo conjunto de N observaciones, el cual prueba la hipótesis nula de que los efectos de los tratamientos son los mismos, o que las variables aleatorias proviene de poblaciones con distribuciones idénticas.

En el resumen de la prueba se observa que para la variable peso fresco del fruto hay una diferencia significativa entre las altitudes, que corresponde a la altitud 1, municipio de Pamplonita con una media de 39,33 g, por otra parte, la altitud 2, municipio de Cacota con una media más elevada, 56,29 g. Para explicar las diferencias significativas entre estos tratamientos se puede atribuir al manejo agronómico que se realizó en cada lote, donde se puede mencionar la limpieza del plato y el raleo el cual es más fuerte en el municipio de Cacota. También es válido agregar que el R cuadrado para el Anova de esta variable es 0,638 existe interacción entre los Días Después de Defoliación y esta variable.

En cuanto al diámetro longitudinal las medias presentan diferencias significativas entre los tratamientos, el mayor tamaño según la media se encontró en Cacota con 4,30cm, y los frutos de menor diámetro polar en Pamplonita con solo 3,80cm como media. De manera similar las variaciones obtenidas pueden estar relacionada con la práctica de raleo de frutos, ya que el diámetro se aumenta con esta práctica (Casierra-posada *et al.*, 2004). Esta variable ajustó con un R cuadrado de 0,561 mostrando interacción entre los Días Después de Defoliación y los tratamientos. También se puede atribuir al efecto de la fertilización puesto que, en el municipio de Pamplonita, no se realizó aplicación de algún método de abonado.

En cuanto al diámetro polar del fruto, al igual que para el diámetro ecuatorial, la prueba de Kruskal-Wallis nos indicó que la variable tuvo un comportamiento heterogéneo en las 2 altitudes lo que significa que existen diferencias significativas en las medias obtenidas. El mayor valor se presentó en Cacota con 4,43 cm; y el valor más bajo para esta variable se registró en Pamplonita que presentó una media de 3,87 cm. Esto coincide con la apreciación visual durante los nuestros y cosecha donde se observó que los frutos de mayor tamaño y peso se colectaron en Cacota. En trabajo realizado por (Ramirez y Cáceres, 2015) en la variedad Amarillo Jarillo, se encontraron los frutos de mayor tamaño en el municipio de Pamplonita, esto puede atribuirse al manejo agronómico del cultivo.

Para la variable de Índice de redondez (IR), se obtuvo dividiendo el diámetro polar sobre el ecuatorial, donde no hay evidencias significativas, la media para Pamplonita fue de 0,99cm y para Cacota de 0,98cm. Esta relación es el parámetro más importante para expresar la forma de fruto (Westwood, 1982) citado por (Casierra-Posada *et al.* 2004); inicialmente, los frutos tienen forma oblonga y, a medida que se acerca la maduración, adquieren la forma redondeada típica del fruto de duraznero; cerca de la época de maduración, el valor de la relación entre los dos diámetros tiende a la unidad.

En lo referente a la firmeza superior del fruto se presentó diferencias donde el valor más alto lo obtuvo Pamplonita 11,35Kg/F lo que indica que los frutos de esta altitud presentan pulpa más consistente, el menor valor de la media se reportó en Cacota 10,18Kg/F. según (González *et al.*,2006), encuentra que condiciones de anegamiento afectan el metabolismo y el cuajado de los frutos, puesto que afecta en forma directa parámetros de calidad, como sólidos solubles totales, firmeza y color. Se consideran "listas para comer" las frutas que tengan una firmeza de pulpa

de 1-1,5 kilos de presión. Las que tengan menos de 3-4 kilos de presión, medidas en la zona lateral del fruto, son más aceptables para el consumidor. (Gratacos,2008).

Para la firmeza inferior del fruto se obtuvieron medias muy similares a la superior, el valor más alto lo obtuvo Pamplonita con 11,83Kg/F lo que indica mayor consistencia, luego la finca ubicada en Cacota con 10,67Kg/F. Sin embargo, es importante mencionar que variables como la firmeza son dependientes de la variedad, al igual que el contenido de sólidos solubles, que además se ve influenciado por la temporada, la ubicación y la fecha de recolección (Ruiz-Altisent *et al.*, 2006) citado por (Africano et al., 2016).

Con respecto a los grados Brix, la media que se muestra en la tabla de resumen para cada altitud, indica que se presentó diferencias significativas entre las 2 fincas, teniendo el valor más alto de la media en Pamplonita con 10,50 ° Brix, Cacota presentó una media de 9,67 Brix. Ambos cultivares alcanzaron el mínimo aceptable por el consumidor, 10° Brix según lo expuesto por (Cruzat, 2005) citado por (Ramírez & Tello, 2007).

Para la variable correspondiente al pH no hubo diferencias significativas para las dos altitudes donde se obtuvo una media para Pamplonita de con 4,06 y en Cacota con 4,07. el R cuadrado para el ajuste de esta variable fue de 0,044 lo que concuerda con los resultados de la media donde ese valor demuestra que no hay diferencias y no se puede considerar significativo

En cuanto a la acidez titulable los mililitros de NaOH gastados, presentan un comportamiento heterogéneo, la media para Pamplonita fue de 6,78 ml y para Cacota fue de 5,68 ml.

Por ultimo para el índice de madurez que se obtuvo de la relación °Brix/Porcentaje de acidez donde la media más alta la obtuvo Pamplonita con un 58,87 mientras que en Cacota la media fue de 46,39. En la maduración, el aumento de los sólidos solubles totales se derivan

principalmente de la hidrólisis del almidón y polisacáridos de la pared celular en azúcares solubles (sacarosa, glucosa, fructosa y en menores cantidades sorbitol), incrementándose el sabor dulce en los frutos y la pérdida de acidez del fruto (Hiwasa y Ezura, 2014; Kays y Paull, 2004) citado por (Africano et al., 2016).

Según (Gratacos, 2008) la acidez de la fruta, la proporción de SS/acidez, y el contenido de fenoles también son factores importantes en la aceptación del consumidor. No se ha establecido un nivel de calidad mínima para durazneros y nectarinos.

7.2 Correlación de las variables relacionadas con la calidad del fruto determinadas en el estudio para los dos rangos altitudinales

Tabla 4: Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables para estimar modelos en árboles de durazno en la provincia de Pamplona, Colombia

	DDF	PFF	DLF	DEF	I.R	FSF	FIF	°Brix	pH	ATT	Brix/ acidez	% acidez
DDF	1	,781**	,738**	,821**	-,489**	-,584**	-,354**	,322**	-,222**	,530**	-,300**	,528**
PFF		1	,796**	,894**	-,503**	-,561**	-,310**	,398**	-,282**	,400**	-,134**	,399**
DLF			1	,854**	-,174**	-,546**	-,364**	,316**	-,292**	,398**	-,197**	,397**
DEF				1	-,648**	-,579**	-,336**	,407**	-,299**	,469**	-,221**	,468**
I.R					1	,307**	,115**	-,300**	,127**	-,330**	,161**	-,330**
FSF						1	,436**	-,194**	,258**	-,263**	,137**	-,263**
FIF							1	,008	,176**	-,147**	,136**	-,146**
°Brix								1	-,167**	,232**	,362**	,233**
pH									1	-,065	-,004	-,066
ATT										1	-,764**	,999**
Brix/ acidez											1	-,762**
%acidez												1

* La correlación es significativa en el nivel 0,01.

PFF: Peso fresco del fruto; DLF: Diámetro Longitudinal; DEF: Diámetro ecuatorial; I.R: índice de redondez; FSF: Firmeza superior; FIF: Firmeza inferior; Grados Brix; pH, ATT: Acidez titulable; Índice de madurez = Grados Brix/ porcentaje de acidez; porcentaje de acidez.

En la **tabla 4** se muestra el nivel de correlación entre las variables de crecimiento asociadas con la calidad del fruto, en esta se observa la relación directa entre algunas variables, así como la correlación débil entre otras.

Según la tabla de correlación de Pearson el peso fresco del fruto está relacionado directamente con el diámetro longitudinal y ecuatorial presentando un valor de correlación bueno de (0,796**) y (0,894**) respectivamente, lo que nos indica que para que el fruto tenga un peso

fresco mínimo se necesita que cumpla con un diámetro ecuatorial y polar mínimo. El raleo de frutos es una práctica cultural de gran importancia que se realiza con el fin de lograr un equilibrio entre los órganos reproductivos y vegetativos, a fin de lograr frutos de mejor tamaño y peso. En estudios realizados por (Aldazábal, Zamora & Celeiro, 2002), se observó una influencia significativa ($p < 0,05$) mostrando una relación lineal entre el diámetro ecuatorial y el volumen del fruto y entre el diámetro ecuatorial y el peso de los frutos en tomate.

Por otra parte, se determina que la firmeza del fruto disminuye a medida que los frutos se desarrollan esta afirmación sustenta la correlación inversa con valores cercanos a -1 existente entre esta variable y la firmeza del fruto tanto superior con un grado de correlación de (-0,561**), como inferior con (-0,310**). También se presenta una relación entre el peso fresco y los grados Brix, aunque se puede afirmar que es positiva, media con un $r = 0,217^{**}$ demuestra que los grados Brix tienen cierta relación directa con el peso. Con respecto a la relación que existe entre el peso y el porcentaje de acidez es correcto decir que es media al igual que con la acidez titulable refiriéndonos a los mililitros gastados en la titulación lo que es coherente ya que los frutos a medida que son más grandes tienen mayor contenido de ácidos los valores de correlación para acidez titulable y porcentaje de acidez fueron (0,399**).

Para el diámetro polar o longitudinal del fruto se presenta alto grado de correlación con el diámetro ecuatorial en un valor de (0,854**), es coherente ya que el fruto a medida que aumenta su tamaño crece tanto longitudinal como ecuatorialmente, Esta relación es el parámetro más importante para expresar la forma de fruto (Westwood, 1982) citado por (Casierra- Posada *et al.*, 2004) y esto sustenta que para que el fruto tenga un diámetro polar mínimo debe existir un mínimo ecuatorial. Esta variable también tiene una relación directa media con los grados Brix

(0,316**), la acidez titulable (0,398**), el porcentaje de acidez (0,397**), y correlación media negativa lo que indica que la relación es inversa para el índice de madurez con (-0,197**).

El diámetro ecuatorial del fruto se correlaciona negativamente con las firmezas del fruto (superior e inferior) con valores entre -0,579** y -0,336**. También se relaciona directamente en grado moderado con valor de (0,469*) para la acidez titulable y el porcentaje de acidez, también. Con el índice de madurez la relación es inversa ya que se presenta valor negativo de (-0,221**). Y en relación al contenido de sólidos solubles la interacción entre las variables es media con (0,407**) por su parte con el pH existe relación negativa ya que el valor es (-0,221**).

La firmeza superior se ve moderadamente relacionada con la firmeza inferior con valor de (0,436**) debido a que estas se toman en la misma muestra en igual estado de desarrollo. Esta variable a su vez se relaciona en forma inversa con la acidez titulable (mililitros gastados) y el porcentaje de acidez (contenido de ácido málico) denotado por un valor negativo de (-0,263**) para cada una de las variables y se demuestra que no hay relación con variables como grados brix, pH, e índice de madurez con valores que son cercanos a cero en un rango de (-0,1847**) y (0,258**).

Para la variable firmeza inferior del fruto se muestra relación directa, aunque media con la cantidad de ml gastados en la titulación y el porcentaje de acidez con un valor de (0,147**). Esto reafirma lo dicho por (Parra et al, 2006), que a medida que el fruto crece la acidez titulable disminuye.

Por su parte los grados Brix tienen correlación media directamente con el porcentaje de acidez y los mililitros gastados de base en la titulación presentando un valor (0,233**).

El pH tiene una correlación negativa con las variables peso fresco, diámetro polar y ecuatorial grados Brix, en valores que van desde (-0.299** a -0,167), con las demás variables no presenta relación directa ni inversa con las demás variables ya que ningún valor arrojado en la correlación de Pearson es cercano a 1 o -1.

La cantidad de mililitros gastados en la titulación presenta una correlación directa y altamente proporcional (0,999**) con el porcentaje de acidez del fruto ya que esta depende directamente de la cantidad de base empleada para neutralizar la acidez del fruto. Así mismo presenta una alta relación inversa con el índice de madurez con un valor (-0,764**).

El porcentaje de acidez presentó grado de relación media inversa con el índice de madurez con un valor de (-0,762**) esto se afirma ya que esta variable es influyente en la determinación del índice de madurez actuando como denominador en la operación, el hecho de que sea inversa nos indica que a medida que el porcentaje de acidez aumente el resultado del índice de madurez será menor.

7.3 Análisis de crecimiento clásico para las variables relacionadas a la calidad del fruto en los dos rangos altitudinales

El análisis de crecimiento ha sido practicado de dos maneras distintas, la primera denominada análisis clásico, contempla medidas hechas a intervalos relativamente largos de tiempo usando un gran número de plantas; la segunda denominada análisis funcional, comprende medidas a intervalos de tiempo más frecuentes con un pequeño número de plantas y usa el método de regresión (Hunt, 1978) citado por (Castellanos, Segura, & Núñez, 2010).

7.3.1 Tasa absoluta de crecimiento para el peso fresco del fruto en los dos rangos altitudinales

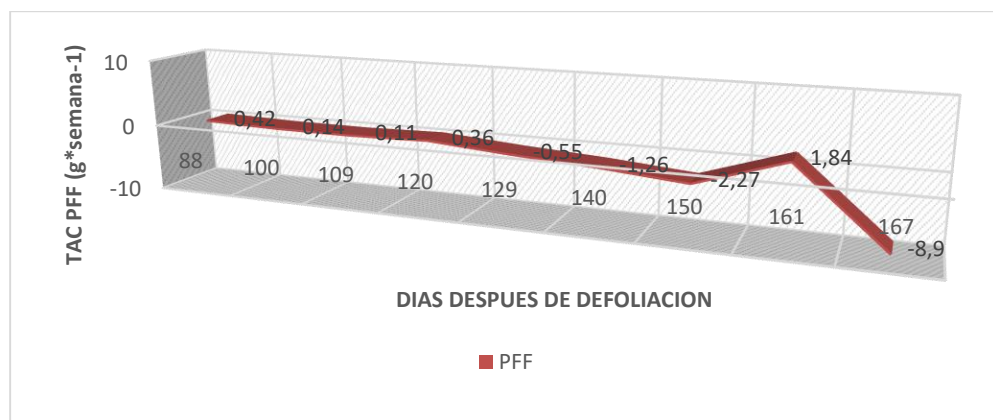


Figura 6: Tasa absoluta de crecimiento para el Peso Fresco del Fruto en Pamplonita vereda el Páramo. **Nota. PFF: Peso Fresco del Fruto.**

En las figura 6 y 7 se presenta el comportamiento de la tasa absoluta de crecimiento para el peso fresco del fruto, se observa un valor constante para Pamplonita durante el raleo (estadio 7) entre los 88 y 150 días después de la defoliación. Al pasar del estadio fenológico 7 (formación del fruto) al estadio fenológico 8 (maduración del fruto) se observa una alta actividad de la TAC, estos puntos de incremento donde se registraron los valores altos de TAC, coinciden con los momentos en que se presentó un alto potencial de demanda, lo que permite corroborar la influencia de este factor en la eficiencia para el aumento de peso en la planta.

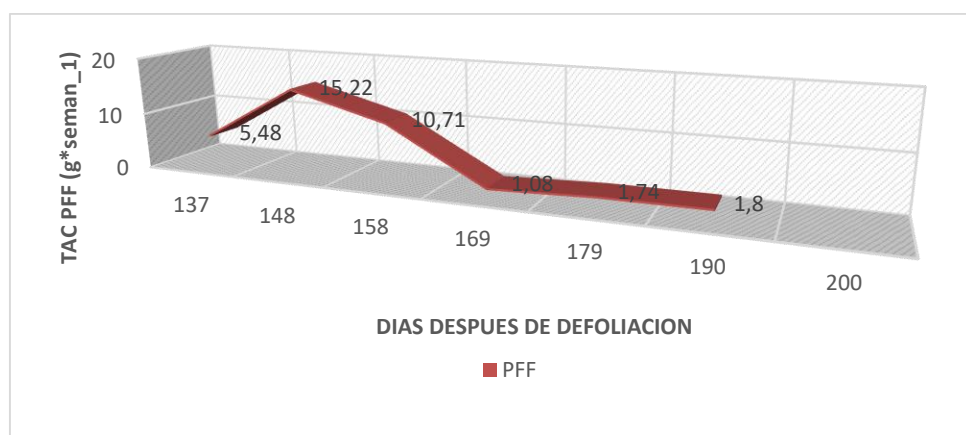


Figura 7: Tasa absoluta de crecimiento para el Peso Fresco del Fruto en Cacota vereda Icota. **Nota. PFF: Peso Fresco del Fruto.**

En el caso del Gran Jarillo, el valor máximo de TAC se presentó a los 161 días después de defoliación con 1,74 g·semana-1; sin embargo, fue inferior a los valores máximos obtenidos en Cacota donde la TAC llegó a los 15,22 g. semana-1 indica la eficiencia productiva de biomasa por unidad de superficie de suelo y por unidad de tiempo (Hunt, 1978). En el estadio fenológico 8 la potencia de la demanda disminuye puesto que el fruto ha madurado y no necesita que la planta le transporte foto asimilados.

7.3.2 Tasa absoluta de crecimiento para la variable grados Brix en los tres rangos altitudinales

En las figuras 8 y 9 se presenta el comportamiento de la tasa absoluta de crecimiento para los grados Brix, se observa un aumento en los primeros DDD para Pamplonita antes de que el fruto entre en estado de maduración (estadio 8), donde el descenso más marcado se presenta en Cacota con un -0,043 indicando que los grados Brix presentan un cambio antes de que el fruto entre en el estadio fenológico 8 (maduración).

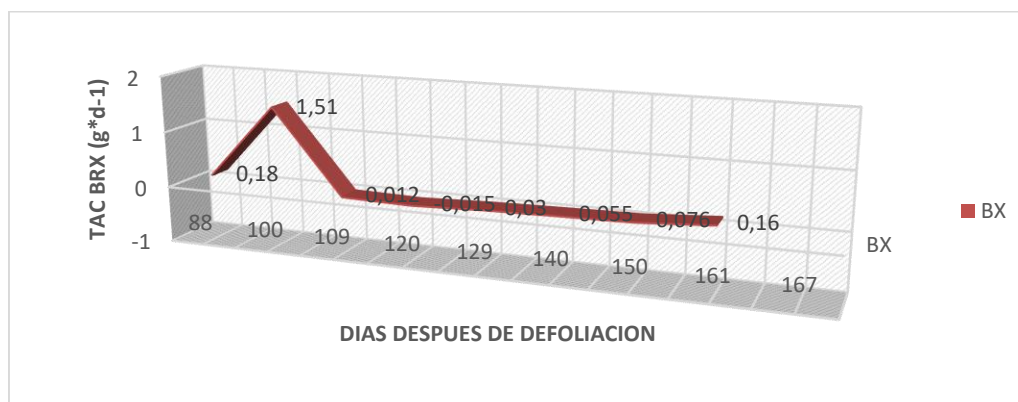


Figura 8: Tasa absoluta de crecimiento para los Brix del Fruto en Pamplonita vereda el Páramo. Nota. BX: Brix fruto

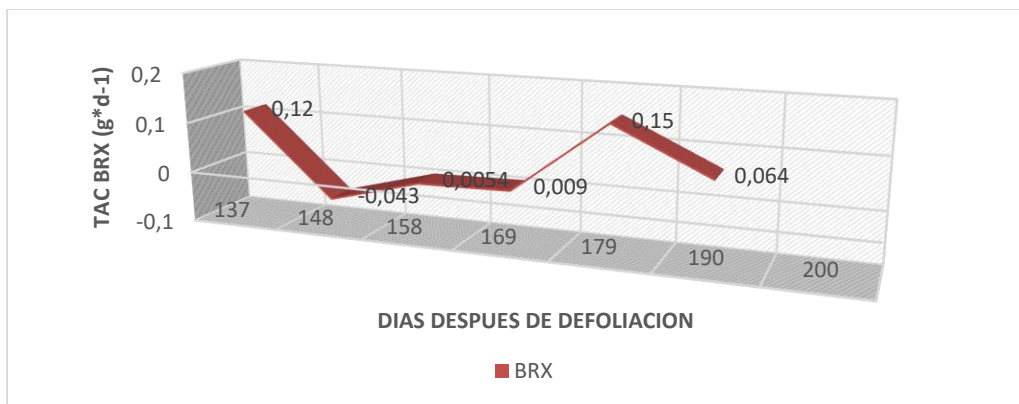


Figura 9: Tasa absoluta de crecimiento para los grados Brix en Cacota vereda Icota. Nota. Brx: Grados Brix.

En la maduración, el aumento de los sólidos solubles totales se derivan principalmente de la hidrólisis del almidón y polisacáridos de la pared celular en azúcares solubles (sacarosa, glucosa, fructosa y en menores cantidades sorbitol), incrementándose el sabor dulce en los frutos y la pérdida de acidez del fruto (Hiwasa y Ezura, 2014; Kays y Paull, 2004) citado por (Africano et al., 2016).

7.3.3 Tasa absoluta de crecimiento para el porcentaje de acidez en los dos rangos altitudinales

En las figuras 10 y 11 se describe el comportamiento de la tasa absoluta de crecimiento para el porcentaje de acidez, mostrando una tendencia de bajas y alzas, en pamplonita el punto más bajo es de -0,00083 y para cacota el más bajo fue -0,00098, de donde en el estadio fenológico 7 (formación del fruto) se da la finalización del proceso de citocinesis y posteriormente pasa al estadio fenológico 8 (maduración), permitiendo que ocurra un cambio en el sabor del fruto de ácido a dulce y se mantenga constante.

La acidez depende del cultivar y de distintos factores precosecha, por lo que no suele usarse de forma independiente como índice de madurez.

La acidez puede medirse mediante una sencilla valoración ácido-base (TA, *titratable acidity*) o mediante NIRS (Bureau et al., 2009b; Nicolai et al., 2007) citado por (Cantin, 2009). En el fruto de durazno, el sabor junto con el aroma son de las características más importantes que se relacionan con la calidad (Visai y Vanoli, 1997) citado por (Africano et al., 2016).

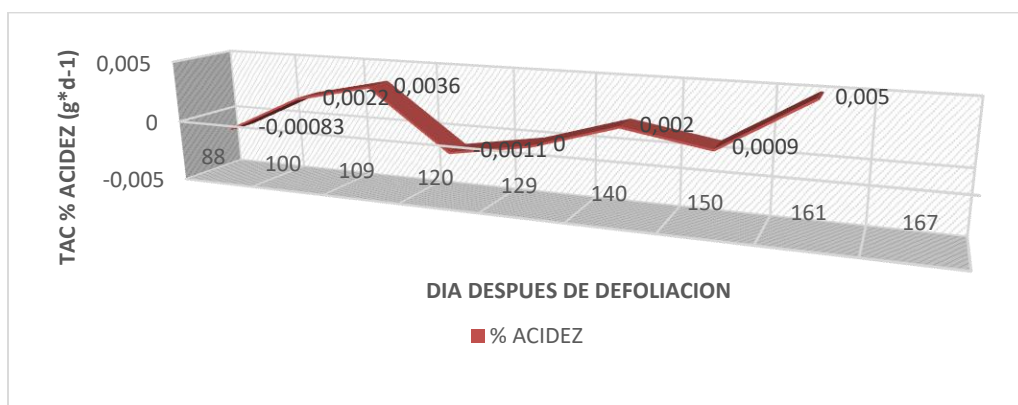


Figura 10: Tasa absoluta de crecimiento para el porcentaje de acidez en Pamplonita vereda el Páramo.

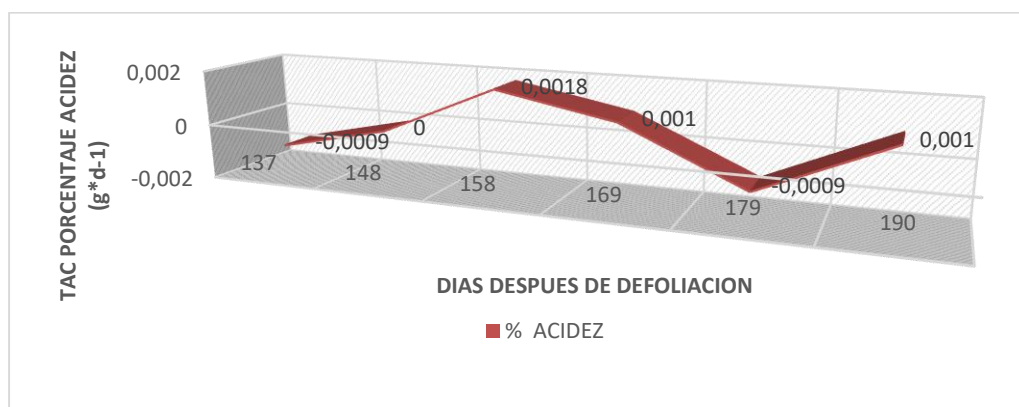


Figura 11: Tasa absoluta de crecimiento para el porcentaje de acidez Cacota vereda Icota.

7.3.4 Tasa absoluta de crecimiento para el índice de redondez del fruto en los dos rangos altitudinales

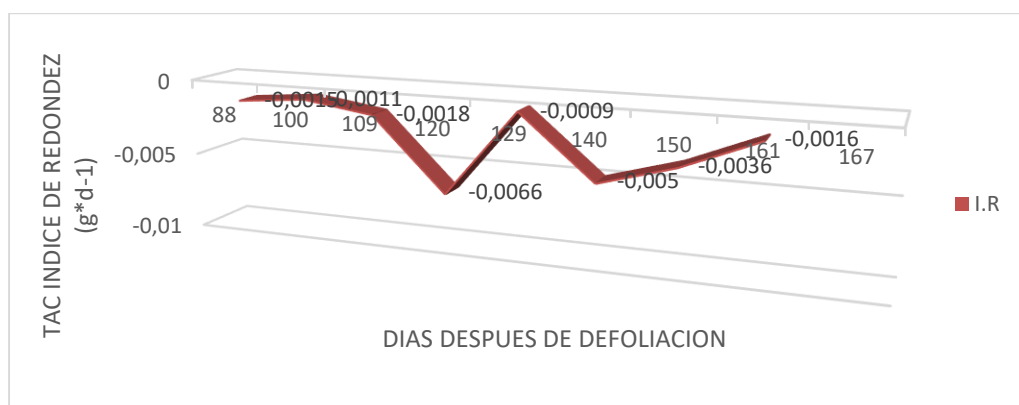


Figura 12: Tasa absoluta de crecimiento para el índice de redondez del fruto en Pamplonita vereda el Páramo.

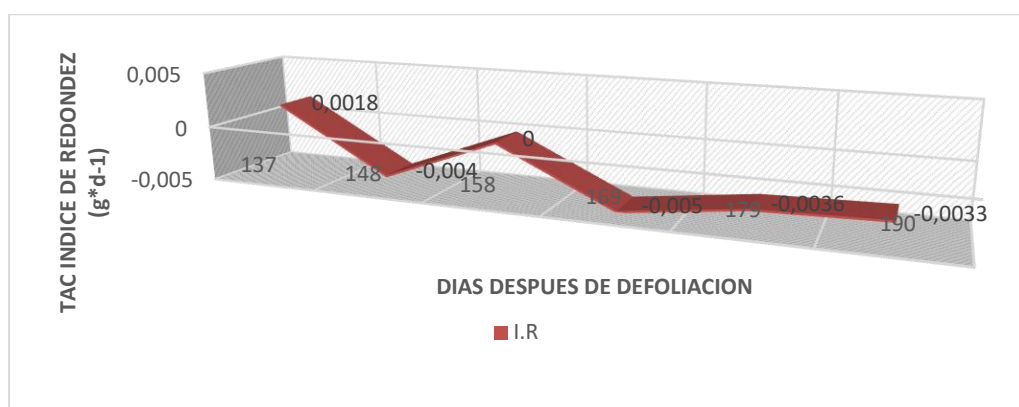


Figura 13: Tasa absoluta de crecimiento para el índice de redondez del fruto en Cacota vereda Icota.

En las figuras 12 y 13 se presenta la evolución de la tasa absoluta para el índice de redondez del fruto; la relación diámetro longitudinal / diámetro ecuatorial fue decreciente hasta los 148 y 169 DDD en Cacota, luego creció rápidamente a los 158 DDD y se estabilizó a los 179 DDD. Por su parte en Pamplonita se redujo la intensidad de su crecimiento entre 88 y 109 DDD, luego decreció hasta los 129 y 158 DDD fue creciente de nuevo a los 161 DDD. Con esta información es posible hacer una planeación más racional de algunas de las labores de cultivo en esta variedad de Durazno. El tamaño y la forma del fruto son otros de los indicadores del

momento de cosecha. Sin embargo, no pueden ser utilizados de forma independiente puesto que dependen de diversos factores como la producción del árbol, las condiciones climatológicas y/o las prácticas culturales (Crisosto, 1994) citado por (Cantin,2009).

7.3.5 Tasa absoluta de crecimiento para el promedio de firmeza del fruto en los dos rangos altitudinales

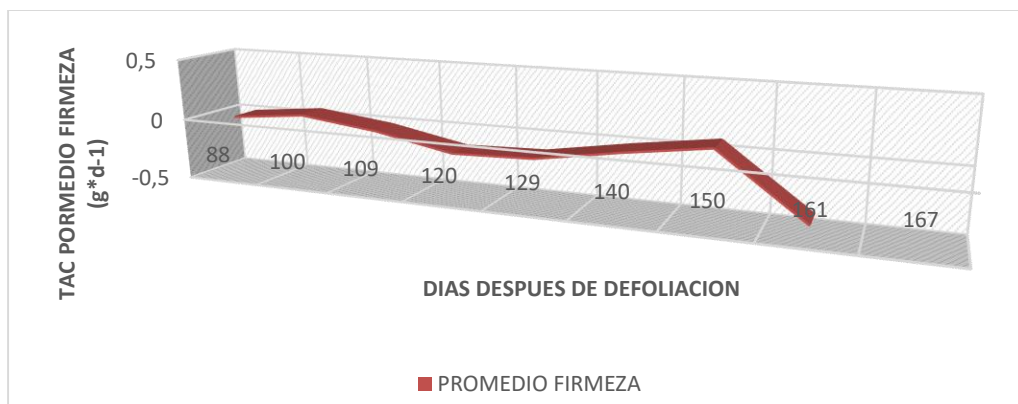


Figura 14: Tasa absoluta de crecimiento para el promedio de firmezas del fruto en Pamplonita vereda el Páramo.

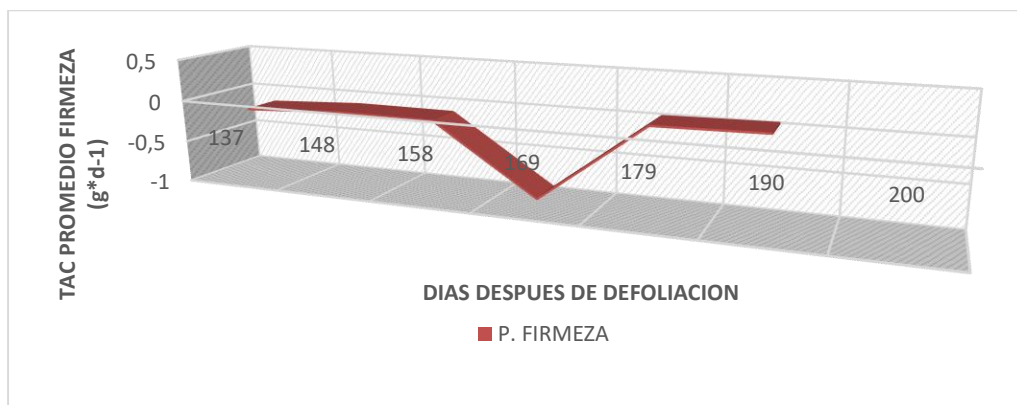


Figura 15: Tasa absoluta de crecimiento para el promedio de firmeza del fruto en Cacota vereda Icota.

En las figuras 14 y 15 se presenta el comportamiento de la tasa absoluta para la firmeza superior del fruto, se observan las tendencias de cada finca y se presenta un comportamiento decreciente- creciente-decreciente de la tasa absoluta de crecimiento, en donde los primeros días después de la defoliación en el momento del raleo y antes de entrar al estadio de madurez, la

actividad de la TAC de la firmeza superior del fruto es alta y se reduce a medida que la demanda termina su proceso de maduración. El ablandamiento del fruto durante la maduración, se debe fundamentalmente a la solubilización enzimática de las pectinas insolubles de la pared celular, que provoca una reducción de la cohesión celular y con ello el ablandamiento del tejido (Fischer, 2002). Sin embargo, la firmeza no es siempre un indicador adecuado, dado que varía con diferentes factores como el tamaño del fruto, las condiciones climatológicas y/o las prácticas culturales (Crisosto, 1994) citado por (Cantin, 2009).

7.3.6 Tasa relativa de crecimiento para el índice de redondez del fruto en los dos rangos altitudinales

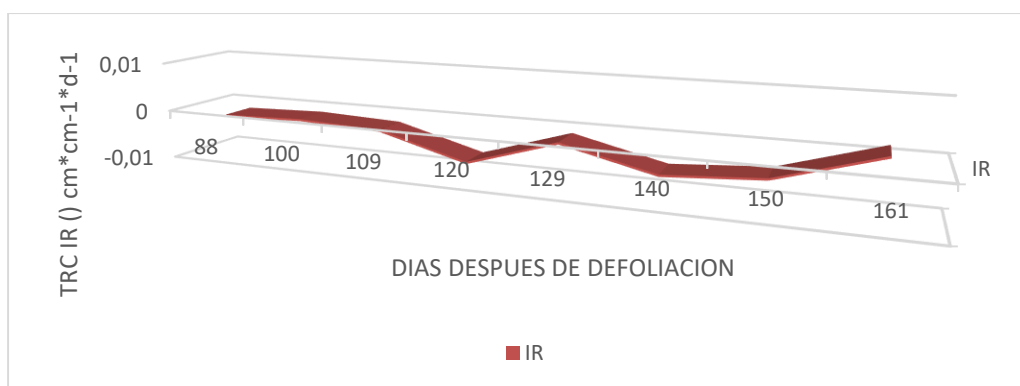


Figura 16: Tasa relativa de crecimiento para el índice de redondez del fruto en Pamplonita vereda el Páramo. Nota. TRC IR: Tasa relativa de crecimiento para el Índice de Redondez del Fruto.

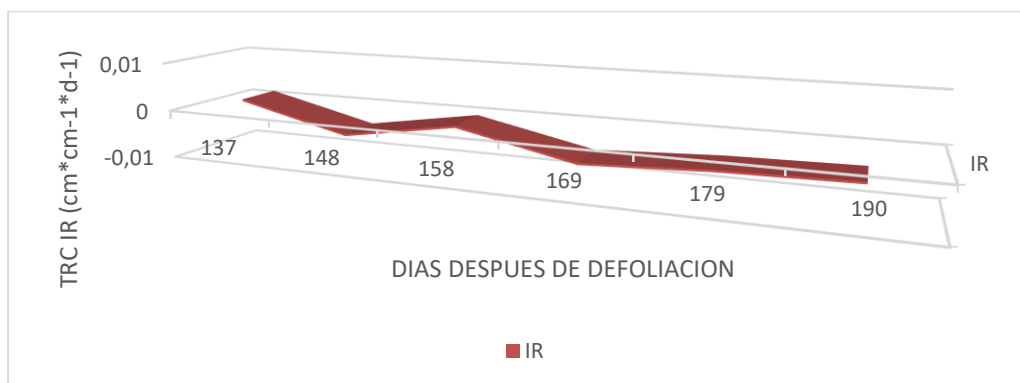


Figura 17: Tasa relativa de crecimiento para índice de redondez del fruto en Cacota vereda Icota. Nota. TRC IR: Tasa relativa de crecimiento para el Índice de Redondez del Fruto.

En las figuras 16 y 17 se muestra la tasa relativa de crecimiento para el índice de redondez del fruto, la cual logró su máxima expresión a los 158 días en Cacota y a los 129 días en Pamplonita. Según (Pedroza *et al.*, 1997) esta es un índice de eficiencia que expresa el crecimiento en términos de una tasa de incremento en tamaño por unidad de tamaño y tiempo; lo que representa la eficiencia de la planta como productor de nuevo material y depende de la fotosíntesis total y de la respiración (Sivakumar y Shaw, 1978) citado (Carranza, Lanchero, Miranda, & Chaves, 2009); además se propone como una medida que integra el comportamiento fisiológico de las plantas.

Es una medida del balance entre la capacidad potencial de fotosíntesis y el costo respiratorio, pero además expresa el incremento en masa seca de la planta en un intervalo de tiempo dado, tomando como referencia el valor inicial de la masa seca producida y acumulada. (Carranza, Lanchero, Miranda, & Chaves, 2009).

7.3.7 Tasa relativa de crecimiento para el peso fresco del fruto en los dos rangos altitudinales

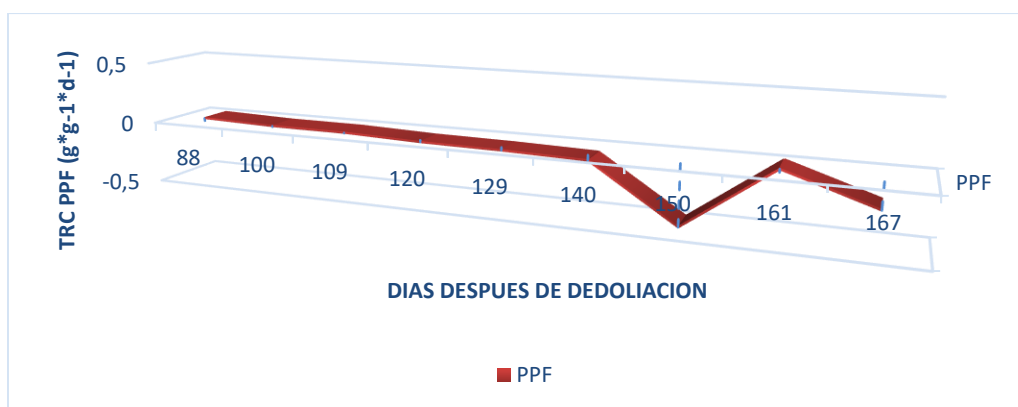


Figura 18: Tasa relativa de crecimiento para peso fresco del fruto en Pamplonita vereda el Páramo.

Nota. TRC PPF: Tasa relativa de crecimiento para el Peso Fresco del Fruto.

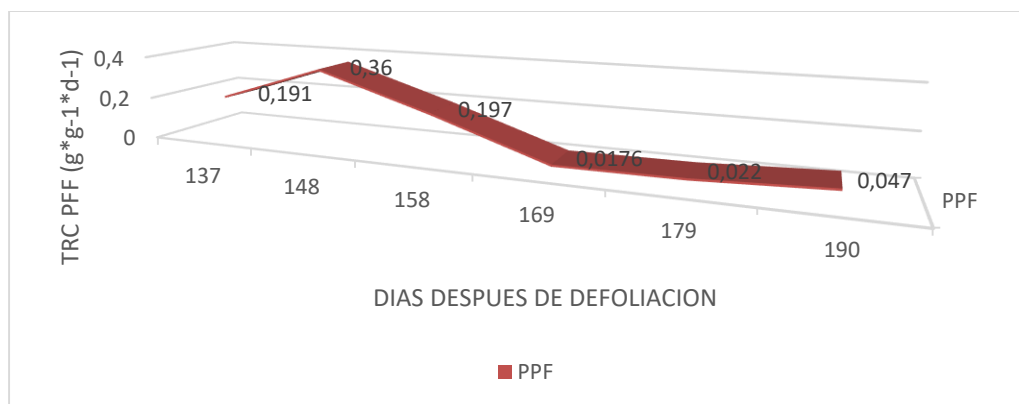


Figura 19: Tasa relativa de crecimiento para peso fresco del fruto en Cacota vereda Icota.

Nota. TRC PFF: Tasa relativa de crecimiento para el Peso Fresco del Fruto.

En las figuras 18 y 19 se muestra la evolución de la tasa relativa de crecimiento para el peso fresco del fruto en el transcurso de los días de pues de defoliación, se observa que la actividad de la demanda fue más constante de los 88 a los 140 DDD en Pamplonita. Se observa que entre los días 150 y 161 hubo una carga y descarga del floema en Pamplonita (alta actividad de la demanda), esto se presentó después del raleo y finalizando el crecimiento del fruto. Por su parte la tasa de crecimiento relativa en Cacota fue más alta a los 148 DDD y luego presentó un comportamiento decreciente de los 148 a los 169 DDD donde logra estabilizarse hasta los 190 DDD. Las plantas con una alta tasa de crecimiento relativo (TCR) pueden enfrentar en mejores condiciones que aquellas con baja tasa de crecimiento (Poorter, 1989) citado por (Arriagada, Silva, & Baginsky, 2012). Debido a su lenta TCR las plantas tienen baja demanda de asimilados y, por lo tanto, situaciones limitantes.

En general ambas fechas presentaron un comportamiento muy similar en la TCR durante el ciclo, con valores altos de descarga y carga que fueron disminuyendo progresivamente hasta alcanzar menores valores debido a que durante estas semanas se inició la etapa de senescencia, presentando una disminución en la materia seca total de la planta.

7.4 Modelos de regresión para la predicción del comportamiento de las variables asociadas a la calidad del fruto

7.4.1 R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el peso fresco del fruto en estadio 7 y 8 de desarrollo del cultivo para duraznero cv. Gran Jarillo

Tabla 5: R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el peso fresco del fruto en estadio 7 y 8 de desarrollo del cultivo.

ECUACIÓN	1	2	3	4
	PFF: 41,757- 1,35DDD+0,158DDD ² -2,246*10 ⁻⁵ DDD ³	PFF: 2,849 + 1,018DDD	PFF: 1,047+ 0,18 DDD	PFF: 2,849 + 0,18DDD
R ² modelo	0,652	0,719	0,719	0,719
R ² modelo ajustado	0,650	0,718	0,718	0,718
ANOVA	***	***	***	***
Valor de $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$	** y *** y ** y ***	*** Y ***	*** Y ***	*** Y ***

Las variables por modelo fueron: PFF: Peso Fresco del Fruto (g), DDD: días después de defoliación. **: Significativos con un p=0,01. ***: Significativos con un p=0,001.

Según la tabla anterior el modelo que mejor se ajustó y describe acertadamente el comportamiento de la variable fresco seco del fruto fueron cubico con R cuadrado ajustado de 0,650; compuesto con 0,718, así mismo crecimiento y exponencial con el mismo valor para el R cuadrado. Para esta variable se escogió el modelo exponencial con la ecuación $PFF: 2,849 + 0,18DDD$ donde la variable dependiente es el peso fresco del fruto y la independiente los días después de defoliación. El Anova del modelo presenta alta significancia para $p = 0,001$, al igual que las betas. Cabe destacar que la distribución de los datos es normal, ya que cumple con los supuestos de linealidad, normalidad.

El modelo escogido es acertado ya que se presenta un aumento del peso constante en los primeros 150 días, aproximadamente a partir de los 160 días después de la defoliación el aumento de peso se dispara, Sin embargo, en la fase final (III), la fruta todavía necesita de un proceso de maduración para desarrollar un color, textura y sabor más agradables para el

consumidor. En este estado, denominado de *madurez fisiológica*, el fruto no está listo para ser consumido, pero ya ha adquirido la capacidad de llegar a su calidad óptima o *madurez de consumo*. Por lo tanto, los términos madurez fisiológica (*mature*) y madurez de consumo (*ripe*) denotan diferentes estados de desarrollo del fruto (Watada et al., 1984) citado por (Cantin,2009).

7.4.2 R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el diámetro polar del fruto en estadio 7 y 8 de desarrollo del cultivo para duraznero cv. Gran Jarillo

Tabla 6: R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el diámetro polar del fruto en estadio 7 y 8 de desarrollo del cultivo.

ECUACIÓN	5	6	7	8
	DPF: $-11,524 - 1,25DDD + 0,386DDD^2 - 2,589 \cdot 10^{-5}DDD^3$	DPF: $2,218 + 1,004DDD$	DPF: $0,797 + 0,04DDD$	DPF: $2,218 + 0,04DDD$
R ² modelo	0,551	0,561	0,561	0,561
R ² modelo ajustado	0,549	0,560	0,560	0,560
ANOVA	***	***	***	***
Valor de $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$	** y *** y ** y ***	*** Y ***	*** Y ***	*** Y ***

Las variables por modelo fueron: DPF: Diámetro polar del Fruto (cm), DDD: días después de defoliación. **: Significativos con un $p=0,01$. ***: Significativos con un $p=0,001$.

Con respecto a la determinación del modelo que mejor describa el comportamiento de la variable diámetro polar del fruto, los modelos que más ajustaron fueron cubico con una R cuadrado ajustado de (0,549) y compuesto, crecimiento y exponencial todos con el mismo valor de R cuadrado ajustado (0,560), se escogió el modelo cubico ya que los frutales de hueso se caracteriza por tener un patrón de crecimiento del tipo doble sigmoideo (Connors, 1919), citado por (Cantin,2009), con una primera fase temprana de división celular (I), un período intermedio de crecimiento lento (II), y una fase final de expansión celular (III), caracterizada por un rápido crecimiento del fruto hasta que alcanza prácticamente su tamaño final, por otra parte al comprobar la ecuación es la que arroja el valor más cercano a lo real.

También cabe resaltar el diámetro polar fue determinado en función a los días después de defoliación que es la variable independiente.

7.4.3 R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el Diámetro ecuatorial del fruto en estadio 7 y 8 de desarrollo del cultivo para duraznero cv. Gran Jarillo

Tabla 7: *R cuadrado del modelo, Anova y coeficientes estimados para los modelos de regresión curvilínea para estimar el diámetro ecuatorial del fruto en estadio 7 y 8 de desarrollo del cultivo.*

ECUACIÓN	9	10	11	12
	DEF: -8,323- $1,18DDD+0,003DDD^2$ $-2,044*10^{-5}DDD^3$	DEF: 2,293 + $1,720DDD$	DEF: 0,542+ 0,06 DDD	DEF: 1,720 + 0,06 DDD
R ² modelo	0,680	0,689	0,689	0,689
R ² modelo ajustado	0,679	0,688	0,688	0,688
ANOVA	***	***	***	***
Valor de $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$	** y *** y ** y ***	*** Y ***	*** Y ***	*** Y ***

Las variables por modelo fueron: DEF: Diámetro ecuatorial del Fruto (cm), DDD: días después de defoliación. **: Significativos con un $p=0,01$. ***: Significativos con un $p=0,001$.

Para el diámetro ecuatorial los modelos que mejor describieron el desarrollo de la variable en función a los días después de defoliación como independiente fueron, compuesto, crecimiento, exponencial con un R cuadrado ajustado de (0,688), y el cubico, que representa más acertadamente la evolución del diámetro ecuatorial con la ecuación **DEF= -8,323-**
 $1,18DDD+0,003DDD^2 -2,044*10^{-5}DDD$ con R cuadrado de (0,680) y significativo al Anova en un nivel de $p=0,001$. Este modelo concuerda con los escogidos anteriormente para las variables asociadas al tamaño indicando que existe correlación entre ellas, al aplicar los supuestos se mostró similar a estas cumpliendo con linealidad normalidad, lo que indica que los datos son tendentes y que presentan distribución normal. Cuando la sutura y los hombros de los melocotones y nectarinas están bien desarrollados, se consideran maduros.

7.5 Índices de madurez para duraznero cv. Gran Jarillo según la altitud

El durazno presenta un comportamiento climatérico (Africano *et al.*, 2015), siendo el etileno el responsable de regular los principales procesos moleculares, bioquímicos y fisiológicos durante la maduración en este fruto, incluyendo el incremento en la intensidad respiratoria y en los sólidos solubles totales, cambios de color a nivel de epidermis y pulpa, disminución de la acidez total titulable y de la firmeza de la pulpa (Altube *et al.*, 2001) citados por (Africano *et al.*, 2016).

El índice de color de la epidermis y de la pulpa aumentó durante la maduración con un comportamiento cubico y cuadrático, respectivamente. Dicho aumento indica cambios de color de la epidermis de tonalidades verdes a rojas y amarillas, mientras que, en la pulpa, el cambio de color fue debido al aumento de la intensidad del color amarillo con pigmentaciones rojizas (típico de la variedad). El color de la piel del durazno ha sido empleado junto con el conocimiento práctico de los agricultores, para determinar el momento de la cosecha de los frutos (Crisosto, 1994) citado por (Bastidas, Puente, & Lemus, 2015), así como se hizo en esta investigación, una vez que el agricultor poseedor de la cosecha fue quien determino según parámetro visual y firmeza manual, la época de cosecha.

7.5.1 Índices de madurez determinados para el municipio de Pamplonita, vereda el Páramo.

Inicialmente se estableció una carta de color para la variedad Gran Jarillo, de acuerdo con lo mencionado por (Casierra-Posada & Aguilar-Avendano, 2008) quien establece que el color de la proporción visual de color de piel y su intensidad sobre la zona ecuatorial establece el índice de color.

Según el color de la cáscara y la pulpa del fruto se determinaron 5 estados de madurez del fruto de duraznero cv Gran Jarillo desde totalmente verde (estado 0) hasta maduro (estado 4) para facilitar el reconocimiento del momento óptimo de cosecha para el municipio de Pamplonita. En la tabla 8 el estado 0 es representado por un color totalmente verde (100% verde), el estado 1 muestra un fruto con colores amarillo-verdoso con pigmentaciones rojizas en la pulpa (90% amarillo-verdoso; 10% amarillo-rojizo pulpa), en el estado 2 se presentan colores amarillo-verdoso (80% amarillo-verdoso; 10% amarillo-rojizo pulpa), para el estado 3 se muestra un fruto más rojo que amarillo-verdoso (80% rojo; 5% amarillo-verdoso, 15% amarillo-rojizo pulpa), el estado 4 es representado por un color más rojo (88% rojo; 5% amarillo-verdoso, y 20% amarillo-rojizo pulpa). Según los parámetros físicos y químicos evaluados, se establece como momento óptimo de cosecha de durazno para el municipio de Pamplona el estado 4, el cual corresponde a un fruto más rojo con (88% rojo; 5% amarillo-verdoso, y 20% amarillo-rojizo pulpa), así mismo, se halló que en este estado con respecto a los parámetros químicos, el fruto alcanza los 12,88 Brix según lo establecido (Badenes et al., 2006), en los cultivares precoces se admiten valores entre 9 y 11°Brix, mientras que en cultivares más tardíos, el SSC deber ser mayor de 11 °Brix. (Crisosto, Mitcham & Kader, 2007), dicen que la mayor aceptación del consumidor se logra con fruta de alto contenido de sólidos solubles. La acidez de la fruta, la proporción de acidez son factores importantes en la aceptación del consumidor.

En relación a los resultados del comportamiento del pH, es posible deducir que, al no existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en ninguna de dos altitudes efectuadas, el pH de los frutos fue prácticamente igual en ambientes y manejo agronómico diferentes y distintos índices de madurez. Sin embargo, se detectó que, el pH tendió a

incrementarse conforme avanzó, por lo que los frutos fueron menos ácidos conforme transcurrió el tiempo.

Tabla 8: Índices de madurez determinados para el municipio de Pamplonita, Vereda el Páramo.



DDF	88	120	140	161	167
COLOR	0	1	2	3	4
PFF (g)	14,70	22,29	37,64	71,91	83,0
BRX (°Brix)	7,92	10,28	10,48	11,87	12,88
FIF (Kg/F)	11,73	12,73	11,02	12,32	10,29
FSF (Kg/F)	12,94	13,93	10,04	10,76	7,99
DEF (cm)	3,0	3,30	3,99	5	5,02
DPF (cm)	3,29	3,45	3,89	4,43	4,52
PH (pH)	4,04	4,12	4,03	4,12	4,0
PAC (%)	0,15	0,20	0,19	0,22	0,25

NOTA: Valores promedios de las características físico – químicas del fruto de duraznero cv Gran Jarillo (*Prunus pérsica* (L). Batsch), durante 5 estados de madurez, desde totalmente verde (0) maduro (4) para el municipio de Pamplonita, DDF: Días Después de Defoliación; PFF: Peso Fresco del Fruto; BRX: Grados Brix; FIF: Firmeza Inferior del Fruto; FSP: Firmeza Superior del Fruto; DEF; Diámetro Ecuatorial del Fruto; DPF; Diámetro Polar del Fruto; PH; pH; PAC; Porcentaje de Acidez.

7.5.2 Índices de madurez determinados para el municipio de Cacota, vereda Icota.

Para facilitar el reconocimiento óptimo de cosecha para el municipio de Cacota se determinaron 5 estados de madurez del fruto de duraznero cv Gran Jarillo desde totalmente verde (estado 0) hasta maduro (estado 4) para facilitar el reconocimiento del momento óptimo de cosecha para este municipio.

En la tabla 9 el estado 0 es representado por un color totalmente verde (100% verde), el estado 1 muestra un fruto con colores amarillo-verdoso con pigmentaciones amarillo- rojizas en la pulpa (90% amarillo-verdoso 10% amarillo-rojizo pulpa), en el estado 2 se presentan colores amarillo-verdoso (70% amarillo-verdoso y 20% amarillo y 10% rojizo pulpa), para el estado 3 se muestra un fruto más amarillo-rojizo (80-85% amarillo-rojizo; 20-15% amarillo-rojizo pulpa), el estado 4 es representado por un color más rojo (80-90% rojo; , 20-% amarillo-rojizo pulpa). Según los parámetros físicos y químicos evaluados, se establece como momento óptimo de cosecha de durazno para el municipio de Cacota el estado 4, el cual corresponde a un fruto más rojo con (80-90% rojo; , 20-% amarillo-rojizo pulpa) así mismo, se halló que en este estado con respecto a los parámetros químicos, el fruto alcanza los 11,57 Brix, Observando los resultados obtenidos del comportamiento de los sólidos solubles, es posible informar que, al no existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en ninguna de las dos altitudes, los sólidos solubles fueron prácticamente similares entre tratamientos con diferentes ambientes y distintos índices de madurez. Sin embargo, se detectó que, los sólidos solubles tendieron a incrementarse conforme avanzó el tiempo, cuyo valor inicial fue de 8,15 grados Brix a los 137 DDD y de 11,57 grados Brix a los 200 días DDD. Los valores de SST indican que el durazno es un fruto dulce, en relación a esto Crisosto *et al.* (2013) afirman que estos frutos son los que cuentan con mayor aceptación por parte de los consumidores en relación a frutos con menor valor de °Brix.

Tabla 9: Índices de madurez determinados para el municipio de Cacota, Vereda Icota.

DDF	137	158	179	190	200
COLOR	0	1	2	3	4
PFF (g)	25,36	39,77	67,14	86,37	93,61
BRX (°brix)	8,15	9,10	9,25	10,93	11,57
FIF (Kg/F)	12,60	10,28	9,55	10,10	10,99
FSF (Kg/F)	13,08	10,83	8,0	8,89	9,81
DEF (cm)	3,35	4,12	4,83	5,25	5,30
DPF (cm)	3,45	4,15	4,61	4,71	4,78
PH (pH)	4,25	4,12	3,97	3,92	3,99
PAC (%)	0,21	0,20	0,23	0,22	0,23

NOTA: Valores promedios de las características físico – químicas del fruto de duraznero cv Gran Jarillo (*Prunus pérsica* (L). Batsch), durante 5 estados de madurez, desde totalmente verde (0) maduro (4) para el municipio de Cacota. DDF: Días después de Defoliación; PFF: Peso Fresco del Fruto; BRX: Grados Brix; FIF; Firmeza Inferior del Fruto; FSP: Firmeza Superior del Fruto; DEF; Diámetro Ecuatorial del Fruto; DPF; Diámetro Polar del Fruto; PH; pH; PAC; Porcentaje de Acidez.

7.6 Determinación del color predominante en los frutos según la tabla de Munsell por medio de análisis de frecuencias

Para este sistema de cultivo, en Colombia tradicionalmente se determina el índice de madurez de manera visual, identificando principalmente cambios de color en la piel del durazno, índice que en algunos cultivares es enmascarado porque se genera un cambio de color del exocarpio relacionado con la presencia de luz (Crisosto & Costa, 2008; Kays, 1999) citado por (Bastidas, Puente, & Lemus, 2015).

Los pigmentos que dan color el rojo de la piel y de la pulpa alrededor de carozo son antocianinas y los responsables de la astringencia son los taninos y las leucoantocianinas.

La luz es necesaria para el desarrollo del color rojo, a tal punto que se recurre a un deshoje algunos días antes de cosecha para promoverlo. (Gratacos,2008).

Tabla 10: Color y codificación de la cáscara de los frutos de Durazno del Municipio de Pamplonita en diferentes estados de desarrollo, según la clasificación de la tabla de Munsell.

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	5GY7/6	39	9,2
	5GY7/4	15	3,5
	5GY7/8	46	10,9
	2,5GY7/10	51	12,1
	5Y7/10	57	13,5
	2,5GY7/8	9	2,1
	2,5YR4/8	31	7,3
	2,5GY8/10	11	2,6
	5Y8/12	24	5,7
	5Y8/10	5	1,2
	2,5GY6/6	24	5,7
	2,5GY5/8	28	6,6
	7,5YR7/10	11	2,6
	Total	351	83,0
	Total	423	100,0

El cambio de color del fruto de durazno está marcado por la degradación del verde al amarillo, en la tabla 10 se muestra la predominancia de algunos colores que se refleja en la frecuencia de éstos. Los colores que predominan en el tratamiento del municipio de Pamplonita'' a lo largo del desarrollo de fruto hasta llegar a la madurez son: en los primeros estados de desarrollo 5GY 7/6, 5GY 7/8, que denotan color verde claro pálido, 2.5GY 7/10 que indica un color amarillo-verdoso con una frecuencia de 11 veces, el cambio de color es debido a la degradación enzimática de clorofilas, síntesis de carotenoides y antocianinas y por modificaciones en el pH celular (Slaughter *et al.*, 2013) citado por (Bastidas, Puente, & Lemus, 2015).

En cuanto al color de la pulpa, Slaughter *et al.* (2013), encontraron un cambio en el color de la pulpa de duraznos cv. Clingstone que pasaron de color amarillo-verdoso a naranja intenso en la maduración, este cambio también está dado por la degradación de la clorofila y la síntesis de carotenoides. Ferrer *et al.* (2005) también observaron una evolución en el color de la pulpa de duraznos cv. Calanda durante la maduración, dada por la presencia de pigmentos de color amarillo y un menor contenido de clorofilas (Bastidas, Puentes & Lemus, 2015).

Tabla 11: Color y codificación de la cáscara de los frutos de Durazno del Municipio de Cacota en diferentes estados de desarrollo, según la clasificación de la tabla de Munsell.

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	5GY7/6	39	11,3
	5GY7/4	21	6,1
	5GY7/8	27	7,8
	2,5GY7/10	6	1,7
	5Y7/10	26	7,5
	2,5GY7/8	49	14,2
	2,5YR4/8	37	10,7
	2,5GY8/10	3	,9
	5Y8/12	25	7,2
	5Y8/10	12	3,5
	2,5GY6/6	21	6,1
	2,5GY5/8	3	,9
	7,5YR7/10	4	1,2
	Total	273	79,1
Total		345	100,0

En la tabla 11 se muestran los colores predominantes en el tratamiento 2 para los frutos más jóvenes o menos desarrollados se presenta en alta frecuencia 5GY 7/6 es un verde claro, los verdes amarillos 2.5GY 6/6 y 2.5GY 7/8 son los colores con altas frecuencias, para el grupo de

los amarillos que representa el cambio de estado del fruto de verde a maduro predomina 2.5YR 4/8 que es un amarillo con algo de tono rojizo. La tabla de color realizada para este estudio fue útil para determinar por apreciación visual la madurez de los frutos evaluados. Normalmente el color de piel ha sido considerado como un parámetro no destructivo confiable para determinar el potencial de mercado del fruto, así como su vida útil, algunos autores han encontrado correlaciones altas entre el color y el grado de madurez de frutales caducifolios (Budde *et al.*, 2003; Byrne *et al.*, 1991) citado por (Bastidas, Puente, & Lemus, 2015).

8. Conclusiones

Los modelos que se ajustaron a las variables asociadas al crecimiento del fruto para las veredas el Páramo e Icota fueron: cubico, compuesto, crecimiento y exponencial. Estos modelos de crecimiento sirven como patrón a los productores de duraznero en la Provincia de Pamplona para que puedan observar el crecimiento y desarrollo del fruto, y así poder planificar el momento óptimo para cosechar.

En la maduración del fruto se presentaron pérdida del color verde de la epidermis, aumento de peso, disminución de la firmeza y de la acidez total titulable e incremento en la concentración de sólidos solubles totales.

Se encontraron diferencias significativas en distintos parámetros agronómicos en función de los caracteres cualitativos del tipo y forma de fruto, color de la pulpa y peso, lo cual sugiere que son directamente proporcional.

Según los parámetros físicos y químicos evaluados, se establece como momento óptimo de cosecha del durazno variedad Gran Jarillo para las fincas evaluadas, el estado 4, el cual corresponde a un fruto con la madurez comercial y de consumo adecuada para cosechar; así mismo, en este estado el fruto alcanza 12,88°Brix, además tiene un pH de 4,0 y el porcentaje de acidez obtenido es de 0,25, características deseables que hacen al fruto más atractivo para el consumo.

La madurez fisiológica de la variedad Gran Jarillo para la vereda el Páramo se da cuando el fruto alcanza 10,48° Brix, una firmeza de 10,53 Kg/F, y pH de 4,03, en la vereda Icota esta madurez se alcanza con un 10,93° brix, una firmeza de 10,23 Kg/F y un pH de 3,92, aunque el fruto esta fisiológicamente maduro todavía no cumple con los parámetros de calidad para ser consumido.

Los índices de madurez fueron establecidos con 4 parámetros que pueden ser utilizados como índices de cosecha: color de epidermis, grados Brix, diámetro polar y ecuatorial Firmeza y pH, ya que presentan relación con los estados de madurez.

9. Recomendaciones

Para minimizar posibles efectos en los datos, este tipo de análisis comparativo debe realizarse preferiblemente en lotes con árboles de la misma edad y de igual manejo agronómico.

De igual manera se sugiere realizar la cosecha en el punto óptimo en donde el fruto presente las cualidades de consumo adecuadas, en cuanto a Grados Brix y firmeza para evitar así rechazo por parte de los consumidores por un bajo contenido de sólidos solubles totales y exceso de dureza en el fruto.

Continuar con el estudio de las variables analizadas y otras que no se tuvieron en cuenta en el proyecto, que permitan realizar comparaciones en los resultados y así tener un concepto más válido acerca del comportamiento de estas variables en los cultivos de durazno en las fincas evaluadas.

Bibliografía

- Africano et al., A.-M. C.-L. (2016). Caracterización poscosecha del fruto de durazno Dorado producido bajo. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS* - Vol. 10 - No. 2, pp. 232-240,.
- AGRONET. (2016). *AGRONET*. Obtenido de AGRONET: En: <http://www.agronet.gov.co>
- Alcaldía Municipal de Chitagá. (2012). Recuperado el 26 de Noviembre de 2016, de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/chitaganortedesantanderpd20122015.pdf>
- Alcaldía Municipal de Cacota (2017). Consultado noviembre de 2017, disponible en: <http://cacota-nortedesantander.gov.co/index.shtml>.
- Alcaldía Municipal de Chitagá. (2012). Recuperado el 26 de noviembre de 2016, de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/chitaganortedesantanderpd20122015.pdf>
- Aldazábal, Zamora & Celeiro, (2002), Relación entre el volumen y el peso con las medidas lineales del fruto del tomate, cultivado en verano Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos, ISSN 0300-5755, N° 332, 2002, págs. 55-58
- Arias y Velandia. (2008). . *Determinación del grado optimo de madurez de cosecha y consumo en fresco del durazno (Prunus persica S) var. REY NEGRO en la zona de Sotaquirá. Tunja*. Sotaquirá. Tunja: Tesis de grado Facultaad de Ciencias Agrupcuarias.
- Arriagada, C., Silva, H., & Baginsky, C. (2012). Efecto de la fecha de siembra sobre el crecimiento y rendimiento de grano de chia (Salvia hispanica L.). *Congreso agronomico de Chile*, 333.
- Asohofrucol. (2014). *Durazno*. Obtenido de Durazno: http://www.asohofrucol.com.co/fruta_detalle.php?id=39
- Badenes, M. L., Martínez-Calvo, J., Lorente, M., Llácer, G. 1998a. Características del cultivo y la mejora del cultivo del melocotonero en Estados Unidos. *ITEA* 94V (3), 165-176.
- Barrera, j., Suarez, D., & Melgarejo, L. (Diciembre de 2010). Análisis de Crecimiento en plantas. *Universidad Nacional de Colombia*, 15. Recuperado el 26 de 08 de 2017
- Bastidas, L., Puentes G., & Lemus, A. (2015). Parámetros de calidad durante la cosecha de durazno (Prunus persica L. Batsch cv.“Rubidoux”). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, Volumen 6 Número 1 , 10.
- Baughner, A. (2003). Anatomy and taxonomy. . En A. Baughner, *Concise encyclopedia of temperate tree fruit, food products press* (págs. pp. 3-8.). New York: Baughner, A. y S. Singha (eds.). .

- Campos E. (1995). Investigaciones en Nuevo Colón no publicadas. En: Fischer, G. (2010). Producción forzada de duraznero en el altiplano tropical de Boyaca, Colombia. *Rev. Colom. Cien Hort*, 19-32.
- Cantín Mardones Celia M. (2009), estudio agronómico y de la calidad del fruto del melocotonero [*P. persica* (L.) batsch] en diferentes poblaciones de mejora para la selección de nuevos cultivares, Zaragoza.
- Carranza, C., Lanchero, O., Miranda, D., & Chaves, B. (2009). Growth analysis of Batavia lettuce (*Lactuca sativa*) cultivated in a saline soil of the Bogota Plateau. *Agronomia Colombiana*, 27. n°1, 41-48.
- Casierra-Posada, *et al.* (2004) Crecimiento de frutos y ramas de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch, cv. 'Conservero') en los altiplanos colombianos, *Agronomía Colombiana*, 2004. 22 (1): 40-45.
- Casierra-Posada, F. & Aguilar-Avendano, O. (2008). Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. *Agronomía Colombiana*, 26(2), 300-307.
- Castellanos, M. S., Segura, M., & Núñez, C. (2010). *Evaluación del crecimiento, desarrollo y componentes de rendimiento de cuatro cultivares de papa criolla en dos localidades del departamento de Cundinamarca*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional De Colombia.
- Castro y Puentes. (2012). Ciruelo y duraznero (*Prunus salicina* Lind)- (*Prunus persica* L) Bastch. *Manual para el cultivo de frutales en el tropico*, pp. 370-392.
- Coutis, A. (2014). *CRECIMIENTO, Generalidades; Fisiología Vegetal*. Argentina: FaCENA-UNNE.
- Del Angel, T. A. (2001). Producción ciruelo con fertirriego en función de contenidos de humedad y coberturas orgánicas. *Terra Latinoame*, 19(4):317-326.
- Delgado, C., Crisosto, G. M., Heymann, H. & Crisosto, C.H. (2013). Determining the Primary Drivers of Liking to Predict Consumers' Acceptance of Fresh Nectarines and Peaches. *Journal of Food Science*, 78(4), S605–S614.
- Donoso José; Richard Bastias; Lemus S; Silva R Luis, (2008), Comportamiento Fenológico del Duraznero (*Prunus persica* L.) en tres localidades de la vi región. temporadas 2005-2006 y 2006-2007. INIA.
- Fachinello. (2011). Situação e perspectivas da fruticultura. *Rev. Bras. Frutic.* 33, , No. especial, 109-120.

- Ferrer, A., Remon, S., Negueruela, A. I. & Oria, R. (2005). Changes during the ripening of the very late season Spanish peach cultivar Calanda: Feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. *Scientia Horticulturae*, 105(4), 435–446.
- Fischer. (1992). Present state and development of deciduous fruit culture in Boyacá, Colombia. *Acta Hort.*, 310:41-49.
- Fischer, G. (2010). Producción forzada de duraznero en el altiplano tropical de Boyaca, Colombia. *Rev. Colom. Cien Hort*, 19-32.
- García M, A. D. (2006). CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE DURAZNOS (*Prunus persica* (L.) Batsch) Y EFECTIVIDAD DE LA REFRIGERACIÓN. *Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.*, 18(2), 115-121. Recuperado el 20 de Agosto de 2017
- Gallo. (1997). *Manual de Fisiología, Patología PostCosecha y Control De Calidad De Frutas y Hortalizas* (2 Ed.). Amenia Quindío, Colombia.
- García, J. M. (28 de noviembre de 2014). *Consumo de papa* . Obtenido de Consumo de papa : <https://consumoymercadodepapa.wordpress.com/2014/11/28/consumo-y-mercadeo-de-la-papa-en-colombia/>
- Gobernacion de Norte de Santander. (mayo de 2017). *Norte de Santander*. Obtenido de Norte de Santander: <http://www.nortedesantander.gov.co/Gobernaci%C3%B3n/Nuestro-Departamento/Informaci%C3%B3n-General-Norte-de-Santander>
- Gómez, C; Buitrago, C; Cante, M & Huertas, B. (1999). *Ecofisiología de papa (Solanum tuberosum) utilizada para cultivo fresco y para la industria*. Bogotá, D.C.,: Revista Comalfi.
- Gratacós. (2008). *EL CULTIVO DEL DURAZNERO Prunus persica*. Pontificia Universidad Catolica de Valparaiso.
- Herrera, C. M. (2006). Manejo poscosecha en durazno y ciruelo. *En: Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuaria (Corpoica)*.
- Hunt, R. (1978). *análisis de crecimiento de las plantas*. Londres : Edward Arnold Publishers.
- MADR. (Mayo de 2006). *Desarrollo de la Fruticultura en el Norte de Santander*.(21 de Noviembre de 2006). Obtenido de Desarrollo de la Fruticultura en el Norte de Santander. (21 de Noviembre de 2006).: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:oo6RIWmdB9YJ:www.asohofru.col.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_111_PFN%2520NORTESANTANDER.doc+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co

- Miranda, C. (2013). Caracterización, clasificación y tipificación de los sistemas. En C. M. Fischer, *los frutales caducifolios en colombia* (pág. 233). Bogota, Colombia: Offset Gráfico Editores SA.
- Miranda, D., Fischer, G., & Carranza, C. (2013). *Los frutales caducifolios en colombia, Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo*. Bogota, Colombia.: Offset Gráfico Editores SA.
- Parra, Hernández y Camacho. (Abril de 2006). Estudio De Algunas Propiedades Físicas y Fisiológicas Precosecha De La Pera Variedad Triunfo De Viena. *SCielo*, 55-59. de <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v28n1/29691.pdf>
- Pedroza AM, Alvarez NC, Poutou RA. Diseño de un medio definido para el cultivo discontinuo de cepas autóctonas de *Thermus spp*. *Univ Scient* 1997; 4, 2: 130-13
- Peñaranda, G. (2012). Análisis De Costos De La Producción De Durazno (*Prunus Pérsica*) En La Provincia De Pamplona. *Face*, 145-162.
- Pinedo-Espinoza, e. a. (2004). CALIDAD DE FRUTO DE DURAZNO. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 10(2): 211-217.
- Quevedo. (2014). Determinación del grado de plasticidad fenotípica del duraznero, variedad Jarillo en gradientes eco ambientales localizados en Pamplona, Colombia. *Univerisad de Pamplona*.
- 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. *Facultad de Agronomía Medellín* 655.
- Ramirez y Cáceres. (2015). *Evaluación de la calidad del fruto de duraznero (Prunus persica (L.) Batsch) cv Amarillo Jarillo, durante el crecimiento y cosecha en tres localidades de la provincia de Pamplona*. PAMPLONA: UNIVERSIDAD DE PAMPLONA.
- Ramírez & Tello, (2007). Comportamiento De Duraznos (*Prunus Persicae* (L.) Batsch) de la variedad Elegant Lady, O'henry y Nectarinos (*Prunus Persicae* Var. *Nectarina* (L.) Batsch) de La Variedad Summer Brite, Summer Diamond Y Red Glen, Post-Acondicionados, Santiago, Chile. 2007.
- Santos, M.; Segura, M.; Núñez, C.E. (2010). Análisis de Crecimiento y Relación Fuente-Demanda de Cuatro Variedades de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia), *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 63(1): 5253-5266. 2010
- Slaughter, D.C., C.H. Crisosto y G. Tiwari. 2013. Nondestructive determination of flesh color in clingstone peaches. *J. Food Eng.* 116, 920–925. Doi:10.1016/j. jfoodeng.2013.01.007
- Valero, C., & Ruiz, M. (1998). Equipos de medida de calidad organoléptica en frutas. *Fruticultura profesional*, 95, 38-45.

- Santamría, M. G. (2010). *Evaluacion de la produccion limpia de papa criolla (Solanum phureja) en Madrid Cundinamarca*. Bogotá D.C: Inventum 9°.
- Santos, M., & Segura, M. (2005). *Evaluación de variables fisiológicas y componentes de rendimiento en cuatro variedades*. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia.
- Villamizar. (2009). *EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN AGRONÓMICA DEL DURAZNERO (Prunus persica (L) Batsch), EN LA FINCA LAS DELICIAS, VEREDA CHICHIRA MUNICIPIO DE PAMPLONA*. Pamplona Norte de Santander, Colombia.: Tesis de Pregrado Ingeniería Agronómica, 36-58 . .

acidez	2100	27 3	46,391 4	12,64 831	,76551	44,8843	47,8985	17,31	125,18
	Total	62 4	53,412 8	17,09 253	,68425	52,0691	54,7566	17,31	141,28
	Modelo	Efectos fijos		15,94 228	,63820	52,1596	54,6661		
		Efectos aleatorios			6,28881	- 26,4940	133,319 7		77,07919
Porcentaje de acidez	1860	35 1	,1900	,0492 6	,00263	,1848	,1952	,05	,27
	2100	27 3	,2160	,0414 5	,00251	,2111	,2209	,05	,29
	Total	62 4	,2014	,0477 5	,00191	,1976	,2051	,05	,29
	Modelo	Efectos fijos		,0460 1	,00184	,1978	,2050		
		Efectos aleatorios			,01310	,0349	,3679		,00033
a. Advertencia: la varianza entre componente es negativa. Fue sustituida por 0,0 en el cálculo de esta medida de efectos aleatorios.									

Anexo 2: Resultados de la prueba de Kruskal- Wallis para cada una de las variables de calidad el fruto duraznero (*Prunus persica*) L.

Tabla 13: Resultados descriptivos del analisis para muestras no parametricas en SPSS para cada una de las variables de calidad del fruto.

Rangos			
Altura lote	N		Rango promedio
Peso del Durazno	1860	351	176,03
	2100	1	341,00
	Total	352	
Diámetro longitudinal del durazno	1860	351	176,04
	2100	1	337,00
	Total	352	
Diámetro ecuatorial del durazno	1860	351	176,25
	2100	1	265,00
	Total	352	
Índice de redondez	1860	351	176,43
	2100	1	200,00
	Total	352	
Firmeza superior del durazno	1860	351	176,72
	2100	1	100,50
	Total	352	

Firmeza inferior del durazno	1860	351	176,70
	2100	1	105,00
	Total	352	
Grados brix	1860	351	176,87
	2100	1	46,00
	Total	352	
pH del durazno	1860	351	176,77
	2100	1	82,00
	Total	352	
Acidez titulable	1860	351	176,22
	2100	1	276,00
	Total	352	
Relacion Brix/ acidez	1860	351	176,95
	2100	1	19,00
	Total	352	
Porcentaje de acidez	1860	351	176,23
	2100	1	270,00
	Total	352	

Anexo 3: Resultados de las correlaciones para cada una de las variables de calidad el fruto duraznero (*Prunus persica*) L.

Tabla 14: Resultados del analisis de correlaciones y su significacia entres las variables usando SPSS.

Correlaciones														
		DDF	Altura lote	PFF	DLF	DEF	I.R	FSF	FIF	°Brix	pH	ATT	Relación Brix/ acidez	% acidez
DDF	Correlación de Pearson	1	,633**	,781**	,738**	,821**	-,489**	-,584**	-,354**	,322**	-,222**	,530**	-,300**	,528**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
Altura lote	Correlación de Pearson	,633**	1	,284**	,374**	,315**	-,068	-,238**	-,267**	-,225**	,020	,274**	-,363**	,270**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,000	,088	,000	,000	,000	,619	,000	,000	,000
	N	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
PFF	Correlación de Pearson	,781**	,284**	1	,796**	,894**	-,503**	-,561**	-,310**	,398**	-,282**	,400**	-,134**	,399**
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,001	,000
	N	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
DLF	Correlación de Pearson	,738**	,374**	,796**	1	,854**	-,174**	-,546**	-,364**	,316**	-,292**	,398**	-,197**	,397**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
DEF	Correlación de Pearson	,821**	,315**	,894**	,854**	1	-,648**	-,579**	-,336**	,407**	-,299**	,469**	-,221**	,468**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
I.R	Correlación de Pearson	-,489**	-,068	-,503**	-,174**	-,648**	1	,307**	,115**	-,300**	,127**	-,330**	,161**	-,330**

	Sig. (bilateral)	,000	,088	,000	,000	,000		,000	,004	,000	,002	,000	,000	,000
	N	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
FSF	Correlación de Pearson	-,584**	-,238**	-,561**	-,546**	-,579**	-,307**	1	-,436**	-,194**	-,258**	-,263**	-,137**	-,263**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,001	,000
	N	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
FIF	Correlación de Pearson	-,354**	-,267**	-,310**	-,364**	-,336**	-,115**	-,436**	1	,008	-,176**	-,147**	-,136**	-,146**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,004	,000		,838	,000	,000	,001	,000
	N	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
°BRIX	Correlación de Pearson	,322**	-,225**	,398**	,316**	,407**	-,300**	-,194**	,008	1	-,167**	,232**	,362**	,233**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,838		,000	,000	,000	,000
	N	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
pH	Correlación de Pearson	-,222**	,020	-,282**	-,292**	-,299**	-,127**	-,258**	-,176**	-,167**	1	-,065	-,004	-,066
	Sig. (bilateral)	,000	,619	,000	,000	,000	,002	,000	,000	,000		,105	,913	,097
	N	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
ATT	Correlación de Pearson	,530**	,274**	,400**	,398**	,469**	-,330**	-,263**	-,147**	-,232**	-,065	1	-,764**	,999**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,105		,000	0,000
	N	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
Relación Brix/ acidez	Correlación de Pearson	-,300**	-,363**	-,134**	-,197**	-,221**	-,161**	-,137**	-,136**	-,362**	-,004	-,764**	1	-,762**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,001	,000	,000	,000	,001	,001	,000	,913	,000		,000
	N	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
Porcentaje de acidez	Correlación de Pearson	,528**	,270**	,399**	,397**	,468**	-,330**	-,263**	-,146**	-,233**	-,066	,999**	-,762**	1

	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,097	0,000	,000	
	N	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 4: Resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov para cada una de las variables de calidad el fruto duraznero (*Prunus persica*) L.

Tabla 15: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para cada variable del fruto.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra												
		Peso del Durazno	Diámetro longitudinal del durazno	Diámetro ecuatorial del durazno	Índice de redondez	Firmeza superior del durazno	Firmeza inferior del durazno	Grados Brix	pH del durazno	Acidez titulable	Relación Brix/acidez	Porcentaje de acidez
N		624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
Parámetros normales ^{a,b}	Media	46,8774	4,0203	4,1222	,9912	10,8416	11,3234	10,1599	4,0659	6,1369	53,4128	,2014
	Desviación estándar	29,60738	,66685	,88816	,11422	2,44365	2,15426	1,80987	,16484	1,45036	17,09253	,04775
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,146	,081	,101	,064	,098	,107	,088	,098	,057	,111	,067
	Positivo	,146	,081	,101	,064	,098	,107	,088	,085	,057	,111	,064
	Negativo	-,109	-,045	-,065	-,034	-,091	-,075	-,067	-,098	-,054	-,092	-,067
Estadístico de prueba		,146	,081	,101	,064	,098	,107	,088	,098	,057	,111	,067
Sig. asintótica (bilateral)		,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.