

CARACTERIZACIÓN DEL PARÉNQUIMA DE EMPALIZADA Y ESPONJOSO Y  
EPIDERMIS ADAXIAL Y ABAXIAL DE LA HOJA EN LOS ESTADOS FENOLÓGICOS  
DEL DURAZNERO VARIEDAD AMARILLO JARILLO

ERNESTO HERRERA RIVERA

JAIRO ARAGÓN CARMONA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA  
INGENIERÍA AGRONÓMICA  
PAMPLONA

2015

CARACTERIZACIÓN DEL PARÉNQUIMA DE EMPALIZADA Y ESPONJOSO Y  
EPIDERMIS ADAXIAL Y ABAXIAL DE LA HOJA EN LOS ESTADOS FENOLÓGICOS  
DEL DURAZNERO VARIEDAD AMARILLO JARILLO

ERNESTO HERRERA RIVERA

JAIRO ARAGÓN CARMONA

Director

Ingeniero Agrónomo MsC Enrique Quevedo García

Trabajo de grado como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA  
INGENIERÍA AGRONÓMICA  
PAMPLONA

2015

## **Agradecimientos**

**Gracias a Dios** por guiar nuestros pasos en este camino, para crecer como personas de bien, que nos permita ejercer en nuestra vida profesional de manera ejemplar.

Al docente y nuestro tutor en este trabajo, Enrique Quevedo García, por transmitirnos su conocimiento durante todo este proceso para lograr culminar este proyecto.

Al profesor Emoelio Mantilla Villamizar, por su contribución durante todo el trascurso de laboratorio,

Al profesor Walter Zuleta Celedón por su aporte valioso aportado en este trabajo.

Gracias a los señores productores de durazno.

William Eduardo Villamizar, Carlos Alberto Portilla Que atentamente me permitieron realizar el trabajo de campo durante todo periodo que demoro el trabajo de investigación en su finca.

## Dedicatoria

Ante todo gracias a Dios, por brindarme fortaleza en todo momento, por protegerme y guiarme en este camino con diferentes obstáculos a los que supe sobreponerme y salir adelante.

A toda mi familia, especialmente a mis padres Jairo Aragón y Noris Carmona, y mi hermana Marisela, por ese amor puro y sincero brindado de manera incondicional. Mi familia es mi todo y por ustedes luché para poder lograr que un miembro más de esta familia sea un profesional como siempre lo quiso mi abuelo Cenen Carmona.

A mi novia Pilar Duarte, por no dejarme decaer en las adversidades y compartir mis alegrías y tristezas, por brindarme su apoyo y querer siempre lo mejor para mí por encima de todo.

Jairo

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Ignacio Herrera Jiménez, Carmen Rivera Carrera Y hermanos Herrera Rivera quienes me apoyaron moral y económicamente todo el tiempo con su amor y confianza.

A mi novia Vicenta Zambrano quien me apoyo y ánimo para continuar, cuando se me presentaron obstáculos.

Ernesto

## Contenido

Resumen.....	xi
Capítulo I .....	1
Introducción .....	1
1. Problema.....	2
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.2.1 Delimitación.....	2
1.3 Justificación.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
Capitulo II.....	7
2. Marco Referencial.....	7
2.1 Antecedentes .....	7
2.2 Marco Teórico.....	10
2.2.1 Duraznero Variedad Amarillo Jarillo. ....	10
2.2.2 Crecimiento vegetativo del durazno.....	11
2.2.3 Crecimiento reproductivo del duraznero. ....	12
2.2.4 Factores que afectan el crecimiento vegetativo y reproductivo del duraznero.....	13
2.2.4.1 Temperatura. ....	13
L.....	13
2.2.4.2 Defoliación.....	13
2.2.4.3 Fertilización. ....	13
2.2.5 Fenología.....	14
2.2.6 El Parénquima.....	18
2.2.6.1 Parénquima clorofílico.....	19
2.2.6.2 Parénquima aerífero. ....	19
2.2.6.3 Parénquima de reserva. ....	19

2.2.6.4 Parénquima acuífero. ....	19
2.2.7 La Epidermis.....	19
2.2.7.1 Características de las células epidérmicas. ....	19
2.2.7.2 Importancia ecológica del estudio del tejido epidérmico .....	21
2.3 Marco Legal .....	21
Acuerdo No.186.....	21
Artículo 35.- definición de trabajo de grado.....	21
Artículo 36.- modalidades de trabajo de grado.....	22
2.4 Marco Contextual.....	23
2.4.1 Pamplonita. ....	23
2.4.1.1 Descripción Física.....	23
2.4.1.2 Límites del municipio. ....	25
2.4.1.3 Economía. ....	25
2.4.2 Pamplona. ....	25
2.4.2.1 Economía. ....	28
2.4.3 Chitagá.....	28
2.4.3.1 Orografía. ....	28
2.4.3.2 Límites del municipio. ....	29
2.4.3.3 Aspecto económico.....	30
2.4.4 Modelo de medidas repetidas. ....	31
Capitulo III.....	32
3. Diseño Metodológico.....	32
3.1 Diseño modelo y potencia de la muestra.....	33
3.2 Descripción Metodológica .....	33
3.2.1 Fecha de inicio de los muestreos. ....	33
3.2.2 Actividades generales. ....	33
3.2.3 Actividades de laboratorio.....	34
3.2.3.1 Materiales.....	34
3.2.3.2 Procedimiento. ....	34

Capitulo IV.....	35
4. Resultados.....	35
Conclusiones .....	63
Recomendaciones .....	52
Referencias.....	53
ANEXOS .....	56

## Listado Figuras

	Págs.
<i>Figura 1.</i> Mapa de Pamplonita .....	24
<i>Figura 2.</i> Mapa de Pamplona.....	27
<i>Figura 3.</i> Mapa de Chitagá.....	30
<i>Figura 4.</i> Grosor en micras ( $\mu\text{m}$ ) de la epidermis adaxial de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud) .....	39
<i>Figura 5.</i> Índice de plasticidad para epidermis adaxial de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud) .....	40
<i>Figura 6.</i> Grosor en micras del parénquima de empalizada de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud) .....	41
<i>Figura 7.</i> Índice de plasticidad para parénquima de empalizada de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud).....	43
<i>Figura 8.</i> Grosor en micras del parénquima esponjoso de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud) .....	44
<i>Figura 9.</i> Índice de plasticidad para parénquima esponjoso de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud) .....	45
<i>Figura 10.</i> Grosor en micras de la epidermis abaxial de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud) .....	46
<i>Figura 11.</i> Índice de plasticidad para epidermis abaxial de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud) .....	47
<i>Figura 13.</i> Índice de plasticidad para grosor de la hoja de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud) .....	49

**Listado de tablas**

	Págs.
Tabla 1. Codificación BBCH de los estadios fenológicos del desarrollo de los frutales de hueso. .....	15
Tabla 2. Correlación no paramétricas de Spearman .....	35
Tabla 3. Estadísticos descriptivos .....	37

## Listado de Anexos

	Págs.
Anexos A. Estadística .....	57
Grosor en micras de la epidermis adaxial .....	57
Anexos B. Estadísticos de prueba.....	61
Anexos C. Cortes longitudinales realizados por los autores en el laboratorio de fisiología vegetal de la Universidad de Pamplona.....	68

## Resumen

El propósito del presente proyecto consistió en realizar una caracterización del parénquima de empalizada y esponjoso y epidermis adaxial y abaxial de la hoja en los estados fenológicos del duraznero variedad Amarillo Jarillo en tres localidades de la provincia de Pamplona, departamento Norte de Santander: Pamplona, Pamplonita y Chitagá. Para tal efecto, se seleccionaron las fincas Bella Vista, ubicada en la Vereda Bátaga en el Municipio Pamplonita a una altitud de 1.675 msnm; la finca Las Delicias, Vereda Chíchira en el Municipio de Pamplona a una altitud de 2.175 msnm y la finca El Recuerdo, Vereda El Carrillo en el Municipio de Chitagá con una altitud de 1.875 msnm. De cada una de las fincas en mención, se tomaron trece arboles de los cuales se tomaron 3 hojas por cada uno de ellos, en 11 muestreos que fueron analizados en el laboratorio para determinar el grosor de cada uno de sus tejidos, determinando de esta manera la altura y clima más aptos para el cultivo del duraznero variedad Amarillo Jarillo. En tal sentido, los datos arrojados por los estudios realizados, determinaron que la localidad de Pamplonita a una altitud de 1.675 msnm, es la más apta para el cultivo del duraznero variedad Amarillo Jarillo, pues allí se obtuvo el mayor grosor de cada uno de los tejidos evaluados en este trabajo, es decir, parénquima de empalizada y parénquima esponjosos y epidermis abaxial y epidermis adaxial.

**Palabras claves:** Duraznero variedad Amarillo Jarillo, estado fenológico, Parénquima, epidermis.

### **Abstract**

The purpose of this project is to make a characterization of palisade and spongy parenchyma and abaxial and adaxial epidermis of the leaf developmental stages Jarillo Yellow peach variety in three towns in the province of Norte de Santander department Pamplona: Pamplona, Pamplonita and Chitagá. To this end, the farms BellaVista, Vereda Bática were selected in the municipality Pamplonita at an altitude of 1,675 meters; the Las Delicias estate, Vereda Chíchira in the city of Pamplona at an altitude of 2,175 meters and the El Recuerdo, Vereda El Carrillo in the Municipality of Chitagá with an altitude of 1,875 meters. In each of the farms in question, thirteen trees which 3 leaves were taken by each were taken in 11muestreos that were analyzed in the laboratory to determine the thickness of each of their tissues, thereby determining the height and climate more suitable for growing peach variety Yellow Jarillo. In this sense, the data obtained from studies conducted determined that the town of Pamplonita at an altitude of 1,675 meters, is the most suitable for growing peach variety Yellow Jarillo, for there the greater thickness was obtained from each of the tissues tested, namely parenchyma palisade and spongy parenchyma and abaxial epidermis and adaxial epidermis

**Keywords:** Yellow Jarillo Duraznero variety, growth stage, parenchyma, epidermis.

## **Capítulo I**

### **Introducción**

Dada la gran importancia del durazno variedad Amarillo Jarillo en la economía del departamento de Norte de Santander en los últimos años, el presente proyecto fue enfocado a determinar las características del parénquima y la epidermis de sus hojas en diversos estados fenológicos.

Para tal efecto se evaluó el porcentaje y el grosor del parénquima de empalizada, esponjoso, de la epidermis adaxial y abaxial y el grosor de la hoja. Se establecieron los cambios morfológicos y tamaño del parénquima esponjoso y empalizada y la plasticidad fenotípica para los tres tipos de tejido bajo un efecto ecoambiental como la altitud.

El trabajo se realizó en tres fincas seleccionadas en los municipios de Pamplonita, Chitagá y Pamplona (una por cada municipio), lo cual permitió determinar la pertinencia de su cultivo en los diferentes climas y altitudes de la región.

La metodología básica consistió en un diseño de muestras repetitivas con arreglos al azar, con muestreo y una potencia de la muestra de 0,80. Se escogieron 13 árboles por parcela y de cada árbol 3 ramas mixtas, y en 3 ramas se tomaron 3 hojas sobre las cuales se realizó el estudio anatómico. Se obtuvieron 39 hojas por parcela cada 15 días hasta la cosecha.

Con base en todo lo anterior, se pudo determinar con gran exactitud las características parénquima y la epidermis de sus hojas en diversos estados fenológicos, para de esta manera establecer la viabilidad, productividad y conveniencia económica del cultivo de durazno en los diversos climas de la región.

## 1. Problema

### 1.1 Descripción del problema

La variedad de climas y características de los suelos que se evidencian en el departamento de Norte de Santander, hacen que esta región sea muy prolífica en lo que se refiere a cultivos de diferentes especies, dentro de ellas el duraznero variedad Amarillo Jarrillo, el cual es muy bien comercializado en las diferentes regiones del departamento y en el ámbito nacional.

Sin embargo, esa variedad de climas y suelos, hace que las características de dicho producto sean diferentes tanto en su tamaño como en su rendimiento, factores que obligan a hacer un estudio serio y objetivo sobre la incidencia de estos en su productividad y calidad.

La producción de duraznero en las zonas de trópico alto colombiano, según la FAOSTAT, para el 2012, fue de 20,174t, con un rendimiento de 13,2t ha<sup>-1</sup> y un área de siembra de 1.520ha (Pinzón, Cruz, & Fischer, 2014), lo cual otorga gran importancia al presente proyecto, pues a partir de este se pretende mejorar la calidad y la producción del duraznero variedad Amarillo Jarrillo

(Pinzón, Cruz, & Fischer, 2014), afirman que en la actualidad, el cultivo de durazno tiene grandes retos, los cuales están relacionados con: cambio climático, reducción de insumos, para el control fitosanitario o fertilización, tecnologías precosecha y poscosecha y también introducción de nuevos materiales de siembra, adaptados a condiciones ambientales específicas.

### 1.2 Planteamiento del problema

¿Cómo se debe determinar las características del parénquima de empalizado y esponjoso y la epidermis de la hoja en los estados fenológicos del duraznero variedad Amarillo Jarillo?

#### **1.2.1 Delimitación.**

Las características del parénquima y la epidermis de la hoja en los estados fenológicos del duraznero variedad Amarillo Jarillo, se determinaron por medio de 13 muestreos de cada una

de las fincas seleccionadas, se realizaron cada 15 días. Cada muestreo fue llevado al laboratorio y estudiado de acuerdo con los procedimientos descritos en el diseño metodológico.

La determinación de las características del parénquima y la epidermis de la hoja en los estados fenológicos del duraznero variedad Amarillo Jarillo, trae consigo una serie de beneficios como:

Determinación de la pertinencia de su cultivo en cada uno de los climas de las regiones donde fueron tomadas las muestras.

Mejoramiento de la calidad del producto de acuerdo con el manejo dado en cada uno de los estados fenológicos. En cuanto a la disminución e los precios.

Utilización de técnicas agronómicas adecuadas para el manejo del cultivo e influir en el aumento de la productividad del cultivo de durazno.

### **1.3 Justificación**

El duraznero variedad Amarillo Jarillo es un producto que ha tenido gran incidencia en el ámbito económico del departamento de Norte de Santander en los últimos años, lo cual obedece a la diversidad climática y de suelos, generando un producto de alta calidad y de fácil comercialización dentro, fuera de la región y a nivel nacional.

Dicha situación obliga a los cultivadores a mejorar las prácticas de producción y a buscar estrategias que les permita obtener un producto, que por sus características, se comercialice de forma rápida y efectiva, asegurando de esta manera la sostenibilidad de los cultivos, tanto desde el punto de vista agrícola como desde el económico.

De acuerdo a lo anterior, las características del parénquima y la epidermis de la hoja en los estados fenológicos del duraznero variedad Amarillo Jarillo en los municipios de Pamplonita, Pamplona y Chitagá, permitió establecer su pertinencia y buscar alternativas de mejoramiento agronómico para obtener mejor beneficio económico de los productos.

Los directos beneficiados del proyecto son los productores y comercializadores, pues a partir de ello, pueden determinar su viabilidad económica, la cual está ligada la calidad misma del producto y su movilidad en los mercados regionales y nacionales.

Desde la perspectiva social, se puede mencionar que el cultivo de durazno genera fuentes de empleo, lo cual redunda en una mejor calidad de vida de los habitantes de las regiones donde se cultiva, además del desarrollo económico y cultural que ello supone.

Por otra parte, las técnicas utilizadas tanto en el laboratorio como en los trabajos de campo para la caracterización del parénquima y la epidermis de la hoja en los estados fenológicos del duraznero variedad Amarillo Jarillo, han de ser muy útiles para posteriores

estudios sobre la factibilidad y viabilidad de diferentes cultivos en cada una de las regiones trabajadas.

Desde el punto de vista científico, el aporte que hace la presente investigación a la incidencia del clima para el cultivo de diversas especies, ofreciendo luces muy certeras respecto a dichos factores sobre la calidad de los productos.

Por último, es prudente referirse el aporte de la investigación a la labor docente, pues a partir de esta y de sus resultados, pueden configurarse diversas actividades que enriquezcan la academia por medio de experiencias de campo y de laboratorio, logrando así un directo complemento entre la teoría y la práctica.

De acuerdo con todo lo anterior, se caracterizó el parénquima de empalizada y esponjoso y la epidermis de la hoja en los estados fenológicos del duraznero variedad Amarillo Jarillo, en los municipios de Pamplonita, Pamplona y Chitagá, permitió determinar la pertinencia de su cultivo en esta región para mejorar su productividad.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Caracterizar el parénquima de empalizada y esponjoso y la epidermis de la hoja en dos estadios fenológicos del duraznero variedad Amarillo Jarillo.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

Evaluar el porcentaje y grosor de la epidermis adaxial y abaxial y el grosor de la hoja durante dos estadios fenológicos de la variedad Amarillo Jarillo.

Establecer los cambios morfológicos y tamaños del parénquima esponjoso y de empalizada durante dos estadios de producción de la variedad de durazno Amarillo Jarillo.

Establecer la plasticidad fenotípica para los cuatro tipos de tejido bajo un efecto ecoambiental como lo es la altitud.

## Capítulo II

### 2. Marco Referencial

#### 2.1 Antecedentes

(Ferruzca, 2006). Afirma que dentro de las problemáticas que más afectan al durazno se encuentran las enfermedades causadas por distintos microorganismos, lo cual se evidencia en el cultivo en la huerta, en la producción y comercialización, duración de vida del fruto y calidad del mismo; y una de las principales enfermedades que atacan al durazno es la pudrición morena.

(Medina, 2000). Concluyó que los requerimientos térmicos para los cultivares de durazno durante el periodo de floración fluctuaron entre 87 y 134 horas frío y de 526 a 967 grados días de desarrollo hasta  $\geq 80\%$  de floración acumulada; y para crecimiento de fruto entre 695 a 1207, grados día de desarrollo a una temperatura base de 10°C

En los cultivos de durazno evaluado el periodo de floración acumulada ocurrió entre 53 y 102 días, simultáneamente con la acumulación de frío y no se observó un periodo previo de letargo profundo, debido a que la defoliación natural no ocurrió completa en corto tiempo, el crecimiento del fruto sucedió de 72 a 122 días hasta madurez fisiológica, el periodo de cosecha se presentó entre 16 y 41 días y el rendimiento de fruta fluctuó de 2 a 54 kg/árbol

(Timaná & Urbano, 2013). En su trabajo “Caracterización de labores culturales y estado fitosanitario del cultivo de duraznero *P. persica* (L) Bascht variedad amarillo jarillo en el municipio de Palestina Huila” concluyeron que el suelo de la región es muy representativo para el cultivo de duraznero *P. persica* (L) Bastch, ya que es un suelo rico en materia orgánica. Sin embargo, se puede notar falta de información concreta sobre el manejo adecuado que se le debe dar a los cultivos teniendo en cuenta que muchos productores han realizado algunas labores inadecuadas como podas de formación afectando el desarrollo normal del árbol.

(Pinzón, Cruz, & Fischer, 2014), en su trabajo Aspectos fisiológicos del duraznero (*P. persica* [L.] Batsch) en el trópico alto. Una revisión, afirman que Norte de Santander se ha venido posicionando como un departamento con una gran vocación hacia los frutales caducifolios, destacándose la incorporación de nuevas áreas de siembra de duraznero, tendencia que se evidencia, ya que se pasó de 168ha, reportadas en 2007, a 463ha, para el 2011, mostrando un incremento del 285% en el área y una clara preferencia a seguir incorporando zonas a la producción de esta especie; su participación en el mercado nacional es del 27,2%.

Por otra parte, anotan que 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.

(Jiménez, 2015). “Evaluación del tejido fundamental durante la ontogenia de las hojas de duraznero variedad Jarillo”, observó el comportamiento de los tejidos de la parte anatómica de la hoja de durazno variedad Jarillo, siendo mayor el porcentaje de parénquima empalizada, esponjoso y epidermis adaxial en la altura de Pamplonita y Chitagá con respecto a Pamplona. Por otra parte, estableció que la plasticidad fenotípica fue significativa solo para el tejido epidermis adaxial significativa cuando  $p < 0,05$ . utilizando la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. También determinó que la correlación de las variables morfoanatómicas más influyentes de la hoja de duraznero está correlacionada de una forma muy significativa ya que cada variable hace parte del desarrollo de la parte foliar del cultivo de duraznero. Por último, concluyo que el factor de la altitud influye mucho en el desarrollo y ontogenia de las variables anatómicas de la hoja de duraznero variedad jarillo para las tres alturas.

(Quevedo, Arévalo, & Cancino, 2012). Determinaron las variables que estiman el área del limbo foliar y el peso seco del limbo de durazno *P. persica* (L.) Batsch variedad Jarillo.

Seleccionaron cincuenta hojas con 2,5 meses de edad y midieron parámetros como: ancho del limbo, longitud del limbo, longitud del peciolo, longitud hoja, diámetro peciolo, peso fresco del limbo, peso fresco del peciolo, peso fresco de la hoja, peso seco del limbo, peso seco peciolo, peso seco de la hoja, longitud /ancho limbo, longitud del peciolo/longitud del limbo, área foliar del limbo.

(B. Guarnaschell, Anita, & Battagua, 2009). Cambios anatómicos y morfológicos en plántulas de *eucalyptus sp.* en respuesta a diferentes niveles de luz. Concluyeron Las plántulas de *E. globulus*, *E. grandis* y *E. camaldulensis* manifestaron capacidad para aclimatarse a la sombra, principalmente a través de un aumento en el tamaño de las hojas y disminución en el espesor de las mismas, generando un aumento en el área foliar de las plantas, para optimizar la captación de luz. Para algunos de los atributos morfológicos y anatómicos estudiados se registraron ligeras diferencias en el comportamiento de las especies. Más allá del nivel lumínico, también se detectaron diferencias entre especies, que resultan consistentes con las características climáticas de sus respectivas zonas de origen. Finalmente entre los atributos foliares medidos, solo tres (espesor de la lámina, CAF y AFE) intensificaron su magnitud cambio al aumentar el nivel de restricción de luz, el resto solo se vio afectado por uno solo de los niveles se sombra.

(Rapparini, Rotondi, & Baraldi, 1999), Regulación de la luz azul del crecimiento de las plantas de *Prunus pérsica* en un experimento a largo plazo: observaciones morfológicas e histológicas. En el entorno natural de las respuestas morfogenéticas árboles frutales a la radiación incidente se complican por el alteración cualitativa y cuantitativa de la luz dentro de la

pabellón. De hecho, en condiciones de campo no ha sido posible atribuir los cambios en la morfología y histoanatomical características y los procesos de crecimiento, a lo específico las variables de luz debido a la disminución en el fotosintéticamente radiación activa ( PAR ) valor fue siempre vinculado a un la reducción de la luz azul ( BL ) de fotones densidad de flujo ( PFD) y a una alteración de photoequilibrium fitocromo.

## **2.2 Marco Teórico**

### **2.2.1 Duraznero Variedad Amarillo Jarillo.**

El duraznero es una de las especies frutales caducifolias más populares que se cultivan en las zonas templadas de todo el mundo. Su nombre científico, duraznero *Prunus persica* (L.) Batsch, variedad Jarillo sugiere que sería originario de Persia lo que, actualmente, se conoce como Irán (Pinzón, Cruz, & Fischer, 2014).

Gracias al continuo trabajo de mejoramiento genético ha evolucionado desde su estado silvestre hasta nuestros días. Es el frutal con mayor número de variedades, apareciendo constantemente nuevos cultivares, con mejores características, especialmente en su fruta.

Dentro del duraznero se debe distinguir el conservero, el cual posee un menor contenido de jugo cuando maduro, es del tipo pavia, no debe tener coloración rojiza en la zona del carozo, y es de pulpa más carnosa y firme. A diferencia de otras especies frutales (cuyas variedades perduran por lapsos de tiempo más prolongados), la vida comercial de una variedad de duraznero no suele ser mayor que 15 a 20 años, período después del cual pierde vigencia ante la aparición de otras más atractivas. (Gratacós, 2012)

Contribuye al fenómeno mencionado, el hecho de que el duraznero es un árbol precoz en producir -comienza al segundo o tercer año luego de su plantación en el huerto-, tiene una vida relativamente corta -deja de producir en forma comercial a los 15 – 20 años de edad- y la

facilidad con que las variedades de esta especie pueden ser cruzadas y transmitir características a los descendientes. (Gratacós, 2012)

### **2.2.2 Crecimiento vegetativo del durazno.**

En los países con clima subtropical a tropical, las semillas del duraznero son capaces de germinar en cualquier época del año. Cuando la germinación de las semillas no es adecuada aun aplicando la estratificación en frío-húmedo, es necesario adoptar métodos más eficaces, como son la utilización de la escarificación química o mecánica. Una vez extraída la semilla, se puede colocar en bolsas de polietileno, con sustrato esterilizado, en cobertizo, manejando temperaturas que no superen los 17°C. Garantizando las condiciones nutricionales, el embrión se desarrolla y, en pocas semanas, ya se observa el sistema radicular y la parte aérea desarrollados (Barbosa et al., 1985), citados por (Aular, 2013).

En la fase final de germinación de las semillas, se puede ver la elongación de la raíz; sin embargo, la aparición del epicótilo se comprueba luego de transcurrida una semana. En esta fase, los cotiledones actúan como la principal fuente de nutrientes a las plántulas durante la formación de sus primeras hojas y raíces. Durante el período desde la germinación hasta el establecimiento de la plántula, éstas son muy susceptibles al estrés hídrico (Aular, et al., 2013).

Después de unos quince días de haber ocurrido la emergencia, la plántula presenta alrededor de tres pares de hojas fotosintéticamente activas y bien desarrolladas. El sistema de raíces en este momento incluye una raíz primaria, secundaria y algunas terciarias. En un mes, bajo adecuadas condiciones de medio ambiente, las plántulas de duraznero pueden alcanzar unos 25 cm y presentar un máximo de diez pares de hojas (Aular, 2013) .

Durante el período juvenil, la planta presenta un crecimiento rítmico y hábito de crecimiento erguido. Este periodo tarda alrededor de tres años, dependiendo del genotipo, si las

plantas son injertadas o no, y de las condiciones ambientales. En términos generales, los factores esenciales para la transición de juvenil a adulto son endógenos, tales como: el grado de desarrollo y la edad fisiológica de la planta, el índice de área foliar (capacidad fotosintética), la relación Carbono/Nitrógeno, las concentraciones favorables de reguladores de crecimiento y exógenos, el fotoperiodo, temperatura y balance hídrico (Aular, et al., 2013)

### **2.2.3 Crecimiento reproductivo del duraznero.**

Las flores del duraznero se ubican en los nudos laterales de las ramas de un año de edad o del ciclo anterior, pueden ocurrir solitarias o acompañadas de una yema vegetativa o de otra floral. Presentan un cáliz acampanado (formado por 5 sépalos globosos), los pétalos también son 5 y de color rosado o rojizo, de 2,5 a 3,5 cm. De diámetro. Posee numerosos estambres. La flor es sésil y hermafrodita, por lo que no requiere de polinizadores externos, ya que su polen es suficiente para obtener un abundante cuajado (Gratacós, 2004) citado por (Aular, et al., 2013).

La diferenciación morfológica de la flor inicia con el cambio de forma del ápice, luego se inician los sépalos, los pétalos, y posteriormente, aparecen el androceo y gineceo. Luego de ocurrir la fecundación, la formación y el desarrollo de la semilla y del fruto se inicia con el crecimiento del ovario y de algunos tejidos accesorios, lo que constituye la fructificación; siendo abundante el cuajado en este frutal, ya que prácticamente todas las flores son fecundadas (Gratacós, 2004) citado por (Aular, et al., 2013).

Según Gratacós (2004), el fruto de esta especie presenta una curva de crecimiento del tipo doble sigmoidea, dividida en 3 fases:

La primera, que ocurre durante las 2-3 primeras semanas, comprende desde la antesis o pleno desarrollo de la flor hasta el inicio de endurecimiento del carozo, en la cual el endocarpio se desarrolla en un 80% y el mesocarpio tiene una máxima división celular.

La segunda, corresponde al periodo de endurecimiento de la semilla, se produce la lignificación del endocarpio y el crecimiento del embrión, su duración es de 1 a 9 semanas, dependiendo del cultivar.

La última fase comprende desde el término de endurecimiento de la semilla hasta su madurez. Se produce un rápido aumento de tamaño y masa, con elongación celular y aumento de su densidad por disminución de los espacios intercelulares.

#### **2.2.4 Factores que afectan el crecimiento vegetativo y reproductivo del duraznero.**

##### ***2.2.4.1 Temperatura.***

Las bajas temperaturas originan la dormancia, receso o latencia, la cual es una reducción temporaria de la actividad de cualquier estructura vegetal que contenga un meristema. Sin embargo, a nivel microscópico, la actividad metabólica continúa (Flores, 2007), citado por (Aular, 2013).

##### ***2.2.4.2 Defoliación.***

La presencia de hojas impide la iniciación de un nuevo crecimiento vegetativo y reproductivo (Erez, 1985). La defoliación puede hacerse en forma manual o química. La primera alternativa es muy costosa y muchas yemas y ramas resultan dañadas. Ola (2005) evaluó la aplicación de la cianamida de hidrógeno y un obtuvo incremento en la brotación de las yemas del duraznero, sin necesidad de que la planta se encontrase en la etapa fenológica de yema hinchada para realizar la aplicación del producto. Además este mismo autor determinó que la aplicación de cianamida de hidrógeno reduce el período de flor a cosecha.

##### ***2.2.4.3 Fertilización.***

Sánchez (2004), citado por (Aular, 2013) demostró que la aplicación de nitrógeno y el anillado combinados permitieron acelerar la diferenciación y la floración de las yemas de tres

cultivares de duraznero que se encontraban en etapa de inducción floral. El conocimiento de los períodos en que inicia y ocurre el proceso de diferenciación floral, permite definir el momento apropiado para la aplicación de prácticas de manejo tales como riego, poda, fertilización, entre otras.

### **2.2.5 Fenología.**

Para (De cara Garcia, 2006) la fenología es la ciencia que estudia los fenómenos biológicos que se presentan periódicamente acomodados a ritmos estacionales y que tienen relación con el clima y el curso anual del tiempo atmosférico en un determinado lugar. Se trata de una disciplina fenomenológica, es decir fundamentalmente descriptiva y de observación, que requiere método y precisión en el trabajo de campo. Utiliza conocimientos de fisiología, ecología y climatología; y tiene aplicaciones sobre todo en agricultura, pero también en ganadería, silvicultura y conservación de la naturaleza.

Por su parte (Donoso, Bastías, Lemus, & Silva, 2008), definen la fenología como la ciencia que estudia las manifestaciones de las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo de los organismos vivos y su relación con el medio que los rodea.

Esta herramienta proporciona datos sobre el ritmo periódico de los fenómenos biológicos como brotación, floración y fructificación, los cuales dependen de las características propias de la especie y están relacionados estrechamente con el clima local, en particular con la temperatura ambiental.

Dicha información es vital para el manejo de los huertos y proporciona valiosos antecedentes para la incorporación de una especie determinada en nuevas áreas en desarrollo o susceptibles de ser utilizadas para la producción frutícola.

(Izarra & Francisco, 2011), afirman que la fenología tiene como finalidad estudiar y describir de manera integral los diferentes eventos fenológicos que se dan en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales o agrícolas en su interacción con el medio ambiente. En este sentido, la realización de las observaciones fenológicas, consideradas importantes, son la base para la implementación de todo sistema agrícola, permitiendo a los productores agrarios obtengan con su aplicación una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades agrícolas conducentes a incrementar la productividad y producción de los cultivos.

Tabla 1. Codificación BBCH de los estadios fenológicos del desarrollo de los frutales de hueso.

(Cerezo = *Prunus cerasus* L., Ciruelo = *Prunus domestica* L. ssp. *Doméstica*, Melocotonero / Duraznero = *Prunus persica* Batsch, Albaricoquero / Damasco = *Prunus armeniaca* L.)

---

*Código Descripción*

*Estadio principal 0. Desarrollo de las yemas*

- 00 Letargo: yemas foliares y florales, cerradas y cubiertas de escamas marrón-oscuro.
- 01 Comienzo del hinchado de las yemas foliares: escamas, de marrón claro, visibles; escamas, con filos ligeramente coloreadas.
- 03 Fin del hinchado de las yemas foliares; escamas separadas; secciones de las yemas, verde claro, visibles.
- 09 Ápices foliares verdes, visibles; las escamas marrones caen; las yemas florales, encerradas por escamas verde claro.

*Estadio principal 1. Desarrollo de las hojas*

---

---

10 Primeras hojas se separan; escamas verdes comienzan a abrirse; hojas comienzan a emerger.

11 Primeras hojas, desplegadas; eje de brote en desarrollo, visible.

19 Primeras hojas alcanzan tamaño varietal típico.

Estadio principal 3. Crecimiento longitudinal de los brotes terminales

31 Empieza a crecer el brote: los ejes de los brotes en desarrollo, visibles.

32 Brotes, con 20 % de la longitud varietal final.

33 Brotes, con 30 % de la longitud varietal final.

39 Brotes con 90% de la longitud varietal final.

Estadio principal 5. Aparición del órgano floral

51 Yemas de la inflorescencia hinchadas: yemas, cerradas; escamas, de color marrón claro, visibles.

53 Apertura de la yema: escamas, separadas; sectores de las yemas, verde claro, visibles.

54 Inflorescencia encerrada por escamas verde claro si las escamas existen (no todas las variedades las tienen).

56 Los pétalos florales, alargándose; sépalos cerrados; flores simples separándose.

57 Sépalos, abiertos; ápices de los pétalos, visibles; flores simples con pétalos blancos o rosados.

59 Estadio de balón: La mayoría de las flores, con pétalos formando una bola hueca.

Estadio principal 6. Floración

60 Primeras flores, abiertas.

61 Comienzo de la floración: alrededor del 10 % de las flores, abiertas.

62 Alrededor del 20 % de las flores, abiertas.

---

- 
- 63 Alrededor del 30 % de las flores, abiertas.
- 64 Alrededor del 40 % de las flores, abiertas.
- 65 Plena floración: alrededor del 50 % de las flores están abiertas.
- 67 Flores marchitándose: la mayoría de los pétalos, caídos.
- 69 Fin de la floración: todos los pétalos, caídos.

#### Estadio principal 7. Formación del fruto

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

#### Estadio principal 8. Maduración del fruto

- 81 Los frutos comienzan a madurar: comienzo de la coloración del fruto.
- 85 Aumento de la coloración.
- 87 Madurez de recolección: Frutos tienen sabor varietal típico y firmeza optimal (excepto melocotón (durazno) y nectarinos).
- 89 Madurez de consumo: Frutos tienen sabor varietal y firmeza típicos.

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

- 91 Los brotes han completado su desarrollo; follaje aún verde.
-

---

92	Las hojas comienzan a descolorarse.
93	Las hojas comienzan a caerse.
95	50 % de las hojas, descoloreadas o caídas.
97	Todas las hojas, caídas; letargo invernal.
99	Partes cosechadas (estadio para señalar tratamientos de post-cosecha).

---

*Fuente:* (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001)

### **2.2.6 El Parénquima.**

El parénquima es un tejido poco especializado implicado en una gran variedad de funciones como la fotosíntesis, el almacenamiento, la elaboración de sustancias orgánicas y la regeneración de tejidos. Está formado por un solo tipo celular, la célula parenquimática, que generalmente presenta una pared celular primaria poco engrosada.

Esta célula muestra menor grado de diferenciación que otras células de las plantas y por eso se considera que podría ser precursora del resto de los tipos celulares. Es la más parecida a la célula meristemática. Tiene la capacidad de "desdiferenciación", es decir, puede perder el grosor de su pared celular, convertirse en una célula totipotente y comenzar una actividad meristemática. Por ejemplo, se usa experimentalmente para la formación de callos (masa de células indiferenciadas que es posible manipular en el laboratorio y transformar en una planta adulta).

El parénquima se encuentran formando masas continuas de células en la corteza y en la médula de tallos y raíces, en el mesófilo de la hoja, en la pulpa de los frutos y en el endospermo de las semillas. La célula parenquimática también puede aparecer asociada al xilema y floema, formando parte integral de los mismos. Según su actividad y función nos encontramos 4 tipos de parénquimas:

### ***2.2.6.1 Parénquima clorofílico.***

Sus células tienen cloroplastos y su función es fotosintética.

### ***2.2.6.2 Parénquima aerífero.***

Sus células dejan grandes espacios intercelulares comunicados entre sí, por donde circulan los gases que permiten la aireación de las plantas hidrófilas.

### ***2.2.6.3 Parénquima de reserva.***

Sus células sintetizan y almacenan diversas sustancias como granos de almidón, cristales proteicos, lípidos, proteínas, etc.

### ***2.2.6.4 Parénquima acuífero.***

Sus células presentan una gran vacuola que almacena agua, muy útil para las plantas xerófitas (Molist, Pombal, & Megias, 2014).

## **2.2.7 La Epidermis**

La epidermis es un tejido de protección que cubre todo el cuerpo primario de la planta, es decir, todos los órganos que se forman a partir de los meristemas apicales o primarios. Se considera ausente en la caliptra y aún no está diferenciado en los ápices meristemáticos. En los tallos y raíces que tienen crecimiento secundario, la epidermis se desprende y el tejido que los cubre es el súber. (Nasca, Histología vegetal, 2010)

En la raíz, la epidermis se origina en el dermatógeno (=protodermis). En el tallo se origina a partir del dermatógeno, en los ápices que se organizan de acuerdo a la teoría de los histógenos y, a partir de la túnica en los ápices que responden a la teoría túnica corpus.

### ***2.2.7.1 Características de las células epidérmicas.***

La epidermis está compuesta por células vivas, de forma tabular. En vista superficial pueden ser isodiamétricas o alargadas y las paredes perpendiculares a la superficie pueden ser

rectas u onduladas, pero siempre forman un tejido compacto, sin espacios intercelulares.

(Gatusso & Gatusso, 2010)

Normalmente consta de una sola capa de células pero hay algunas excepciones: Por ejemplo, es pluriestratificada en la hoja de laurel de jardín (*Nerium oleander*) y en ficus (*Ficus sp.*). En peperonia (*Peperomia sp.*) la epidermis es unistrata pero debajo de ella se encuentra una hipodermis formada por muchas capas de células de gran tamaño. Una epidermis pluriestratificada se diferencia de una hipodermis porque en la primera las células se ubican de manera ordenada mientras que en la hipodermis no.

Las células fundamentales de la epidermis no tienen cloroplastos, excepto en algunas plantas que crecen en lugares sombríos, como el helecho cabo negro o culantrillo (*Adiantum sp.*) y en algunas hidrófitas que viven sumergidas (*Elodea sp.*, *Valisneria sp.*) En las vacuolas pueden tener pigmentos de color azulado o lila, como se observa en la epidermis de los pétalos de muchas flores. (Universidad San Luis Gonzaga de Ica, 2012)

Las paredes radiales de las células de la epidermis y la pared interna son delgadas, de celulosa. En cambio, la pared externa, en contacto con el exterior, es gruesa y generalmente está impregnada de sustancias pécticas y de cutina. Además, hacia el exterior de la pared externa, se forma una capa de cutina llamada cutícula, a veces muy gruesa, especialmente en las plantas xerófitas, para evitar la pérdida excesiva de agua. Las células epidérmicas se comunican entre sí mediante plasmodesmos y con el medio exterior mediante ectodesmos.

Epidermis abaxial. Hace referencia a la superficie de la hoja situada del lado contrario al eje que la soporta. Cara inferior de la hoja. (Facultad de Agronomía UNLPAM, 2012)

Epidermis adaxial. Hace referencia a la parte de la hoja situada hacia el eje portador. (Facultad de Agronomía UNLPAM, 2012).

### ***2.2.7.2 Importancia ecológica del estudio del tejido epidérmico.***

La epidermis contribuye en gran medida a la adaptación de las plantas ambientes en situaciones extremas de contenido de humedad. Es el tejido que sufre modificaciones más profundas en relación a la disponibilidad de agua del medio en que viven las plantas.

En las xerófitas presenta cutícula gruesa, tricomas en abundancia y estomas hundidos, para evitar la pérdida excesiva de agua. En algunos casos tiene células especializadas en la reserva de agua.

En las hidrófitas es generalmente delgada y en las hidrófitas sumergidas presenta cloroplastos.

En las epífitas está adaptada a la absorción del agua de lluvia, a través de tricomas especiales. Estos tricomas funcionan a modo de válvulas que se abren cuando hay disponibilidad de agua y se cierran con baja humedad atmosférica.

Es el tejido que interactúa con el medio desarrollando mecanismo de defensa contra el ataque de herbívoros: con la presencia de tricomas abundantes que proporcionan una barrera física o con la secreción de sustancias repelentes o insecticidas. (Nasca, 2010).

## **2.3 Marco Legal**

### **Acuerdo No.186.**

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

### **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:

Diagnosticar problemas y necesidades, utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad.

Acopiar y analizar la información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicas.

Desarrollar planes y ejecutar proyectos, que le permitan demostrar su capacidad en la toma de decisiones.

Formular y evaluar proyectos.

Aplicar el Método Científico a todos los procesos de estudio y decisión.

#### **Artículo 36.- modalidades de trabajo de grado.**

El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en: Investigación.

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

## **2.4 Marco Contextual**

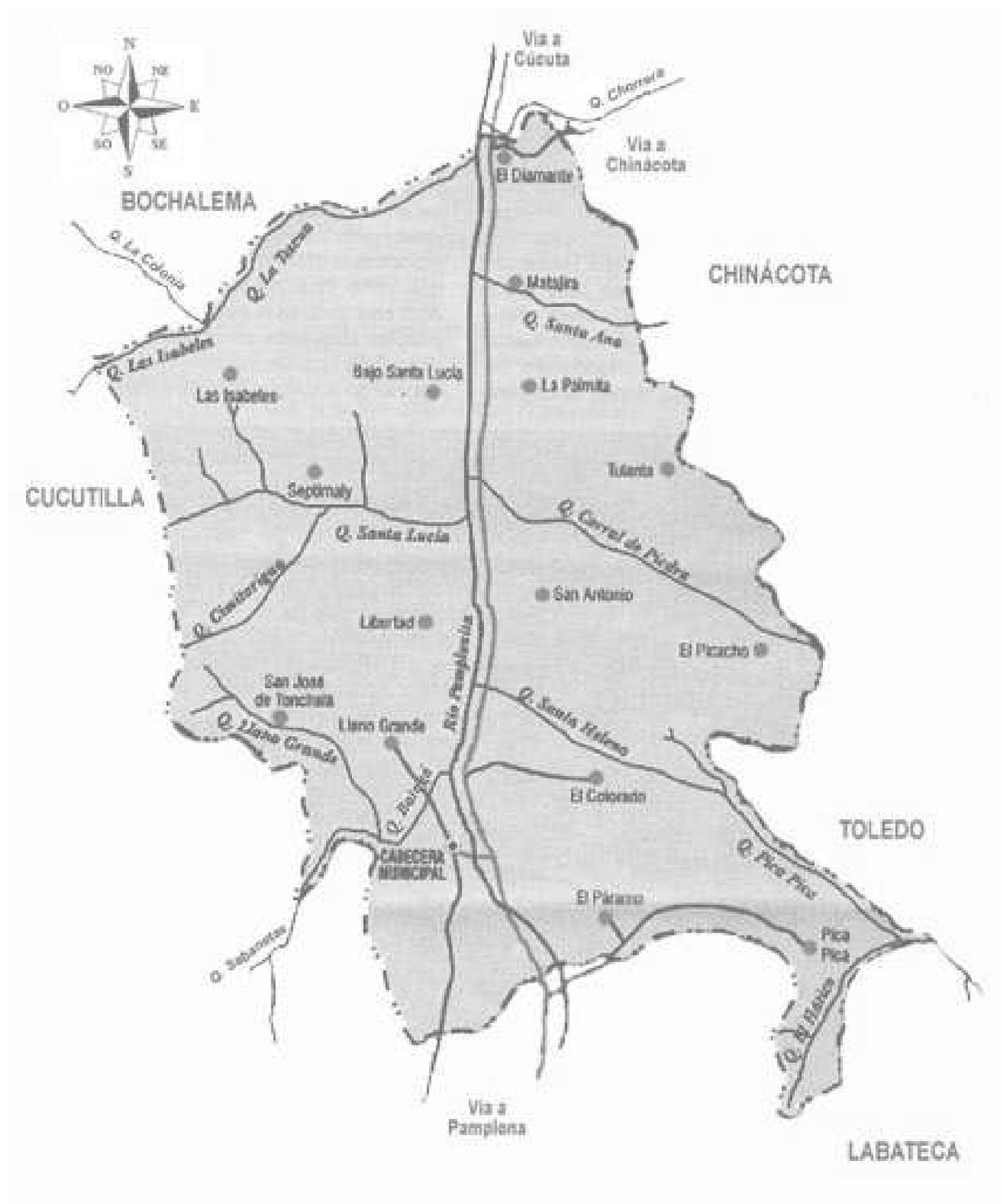
### **2.4.1 Pamplonita.**

#### ***2.4.1.1 Descripción Física.***

El municipio de Pamplonita está ubicado en la Región Sur-Occidental del Departamento Norte de Santander, junto con los Municipios de Pamplona, Mutiscua, Silos, Chitagá y Cácuta.

La cabecera municipal se encuentra ubicada a  $72^{\circ} 39'$  al oeste del meridiano de Greenwich (longitud) y a  $7^{\circ} 26'$  al norte del paralelo ecuatorial (latitud); a 63 km. de la capital del departamento, sobre la troncal Cúcuta – Pamplona y sobre la margen izquierda aguas abajo del Río Pamplonita. Igualmente se encuentra a escasos 11 Km. de la Ciudad de Pamplona, segundo centro urbano de importancia en el Departamento (Alcaldía de Pamplonita- Norte de Santander, 2015).

Figura 1. Mapa de Pamplonita



Nota: (Alcaldía de Pamplonita- Norte de Santander, 2015)

Su cabecera municipal está localizada sobre la margen izquierda del Río Pamplonita en un pequeño ramal que se desprende de la Carretera Central aproximadamente a 59 Km al sur de la ciudad de San José de Cúcuta y a escasos 11 Km al norte de la ciudad de Pamplona, ambos, principales centros urbanos del Departamento (Alcaldía de Pamplonita- Norte de Santander, 2015)

#### ***2.4.1.2 Límites del municipio.***

Norte con Bochalema

Nor-orientado con Toledo

Sur con Labateca

Sur-occidente con Pamplona

Occidente con Cucutilla.

#### ***2.4.1.3 Economía.***

En el sistema económico de Pamplonita, las principales actividades están relacionadas con el sector agrícola y pecuario, debido a la vocación campesina de sus pobladores, en su mayoría, asentados sobre las zonas rurales. El Municipio cuenta además, con potenciales en los sectores minero, forestal y turístico.

En el sector agrícola, se destacan productos como el café asociado con cítricos y plátano, así como, frutas como el morón y la fresa. Además, se producen en menor escala: habichuela, tomate de mesa, frijol, caña de azúcar y yuca (en las zonas más cálidas) y cebolla junca, arveja, apio, papa criolla y brevas (en las más altas) (Alcaldía de Pamplonita- Norte de Santander, 2015)

#### **2.4.2 Pamplona.**

Tiene una extensión total: 318 Km<sup>2</sup>

Extensión área urbana: 59.214 Km<sup>2</sup>

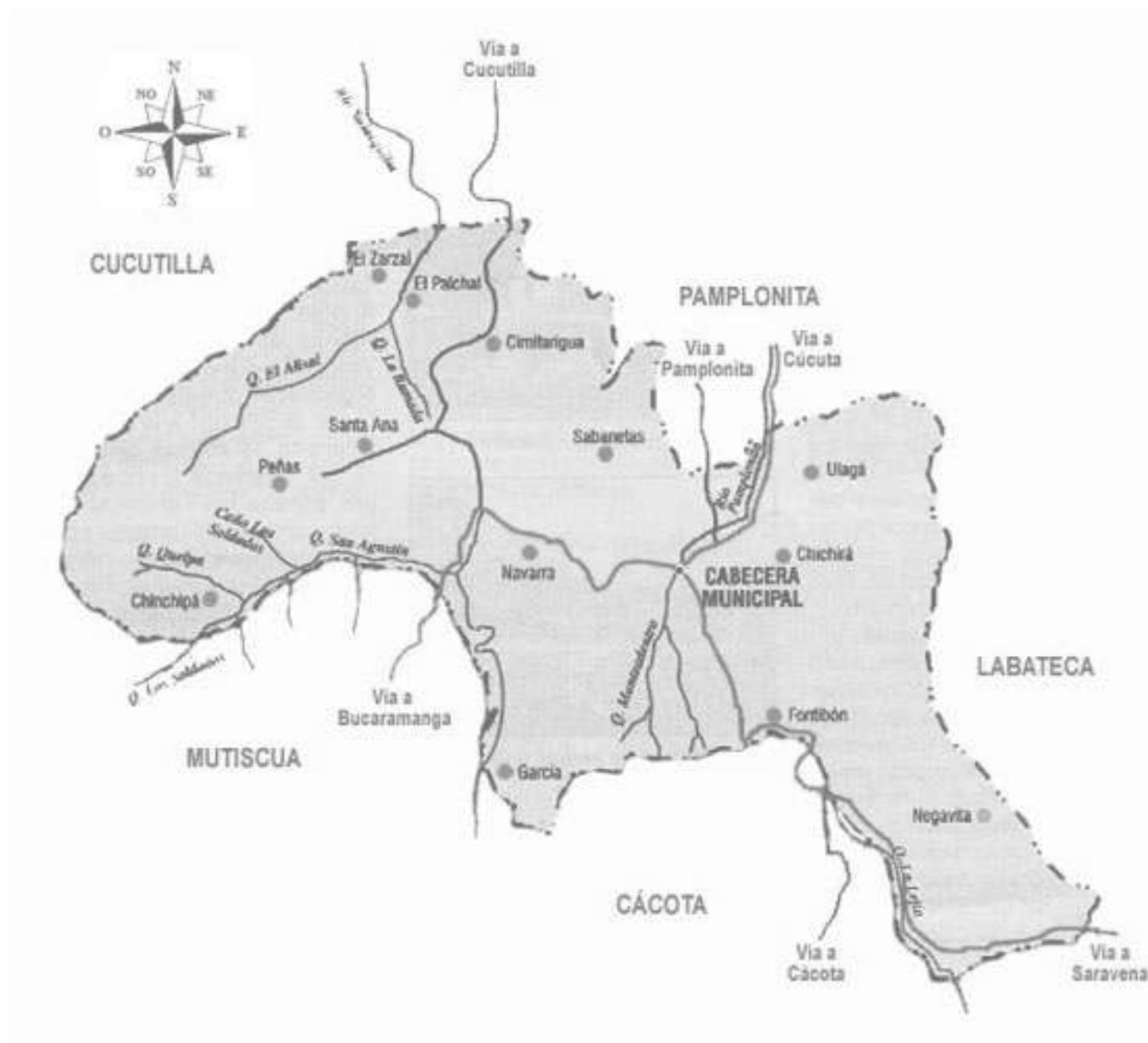
Altitud: 2.300 msnm.

Temperatura media: 16°C C

Distancia de referencia: 75 kilómetros de San José de Cúcuta y 124 kilómetros de Bucaramanga.

Ubicación geográfica: 75 km de la ciudad de San José de Cúcuta y 124 km de la ciudad de Bucaramanga.

Figura 2. Mapa de Pamplona



Nota: (Alcaldía de Pamplona, 2015)

### ***2.4.2.1 Economía.***

La producción manufacturera es una actividad económica que representa menos del 10% de los establecimientos y del empleo de la ciudad. La tercera parte de la industria corresponde a la producción de tejidos de los cuales la mayoría de ellos adelantan sus procesos en forma manual. El Segundo renglón es el de Producción de Alimentos particularmente de panaderías, dulcerías y salsamentarías. (Alcaldía de Pamplona, 2015)

Las industrias existentes se caracterizan por su condición microempresarial derivada del poco capital invertido, su retraso productivo en que no ha mayor división social del trabajo, el predominio de la producción “artesanal” y la poca acumulación de capital. En promedio la industria sólo ocupa 2,3 empleados por establecimiento y muchos de ellos hacen parte de la economía informal ya que del sector sólo el 20% tienen licencia de funcionamiento.

Además el sector se debate en medio de un mercado local estrecho debilitando en su expansión y desarrollo por la crisis económica de Venezuela y del relativo aislamiento de otros municipios y centros de poder departamental: por esto a la falta de organización del gremio industrial se suma su escasa participación en el proceso de integración regional fronteriza. (Alcaldía de Pamplona, 2015)

### ***2.4.3 Chitagá.***

#### ***2.4.3.1 Orografía.***

El municipio de Chitagá se encuentra situado en la cordillera oriental sobre gigantescas arrugas, su terreno es quebrado y la cabecera municipal se encuentra rodeada de cumbres majestuosas. El casco Urbano del Municipio de Chitagá se encuentra a 123 Kilómetros de la capital del Departamento.

#### ***2.4.3.2 Límites del municipio.***

Norte: Los Municipios de Cácuta, Labateca y Pamplona

Sur: Departamento de Santander, Municipios de Concepción y Cerrito.

Oriente: Municipio de Toledo y el Departamento de Boyacá.

Occidente: Municipio de Silos

Extensión total: la superficie Municipal es de 1.200 Km<sup>2</sup> que representan el 5,54% del total del Departamento. Km<sup>2</sup>

Altitud: 2300 msnm

Temperatura media: 14° C



maíz en diferentes variedades, el aguacate criollo; el producto de mayor producción y venta es el café y la caña de azúcar.

En las veredas como Tapurcuá, Llano Grande, Carrillo predomina el cultivo de hortalizas, legumbres entre las que se encuentra: la zanahoria, remolacha, la cebolla blanca cabezona, papa amarilla, frijol, repollo; en la actualidad se destaca la producción de frutales como: el durazno, la curuba, tomate de árbol, también se saca al mercado el maíz, en choclo. (Alcaldía de Chitagá-Norte de Santander, 2015)

#### **2.4.4 Modelo de medidas repetidas.**

Según, (Hyunh, 1978) citado por (Jiménez, 2015), señala que un diseño típico de medidas repetidas es aquel donde los sujetos (o unidades de muestreo) son elegidos al azar para cada combinación de los factores entresujetos y son expuestos a todas las combinaciones de los factores intrasujetos.

Desde la perspectiva específicamente temporal, se observa que a lo largo de la década de los setenta y ochenta ha habido un amplio uso de estudios longitudinales tanto en ciencias sociales como psicológicas (Arnau–Gras, 2007), citado por (Jiménez, 2015)

Una situación de medidas repetidas es aquella donde las observaciones se toman en ocasiones seleccionadas del continuo temporal subyacente. Así, los sujetos son medidos en diferentes ocasiones o en una cantidad diferente de ocasiones, aunque el propósito es conseguir la curva continua subyacente del cambio sobre el tiempo.

Estos patrones aportan estimaciones de la tasa de cambio en función del tiempo, edad o condición, libres de la confusión producida por los efectos de cohortes u otros factores que varían entre individuos (Arnau–Gras, 2007), citado por (Jiménez, 2015).

## Capítulo III

### 3. Diseño Metodológico

Este proyecto se desarrolló en tres parcelas, en los Municipios de Pamplonita, Pamplona y Chitagá. Que están ubicadas sobre un suelo de montaña del orden Inceptisol, sobre el paisaje fisiográfico denominado la montaña santandereana.

La precipitación en el Chitagá es del orden Unimodal sobre la cuenca del río Orinoco y en Pamplonita y Pamplona es del orden Bimodal sobre la cuenca del Catatumbo. La recolección de los datos fue en un segundo ciclo de producción agronómico que incluyó dos fases de desarrollo fenológico del cultivo del duraznero variedad Amarillo Jarillo.

Se evaluaron las siguientes variables respuesta: epidermis adaxial, abaxial, el grosor de la hoja, el parénquima de empalizada, esponjoso, y el índice de plasticidad fenotípica que se halló según la metodología de Valladares, 2002.

Para cuantificar estas variables se usó el siguiente protocolo:

Se seleccionaron las fincas Bella Vista, Vereda Bátaga en el Municipio de Pamplonita, se encuentra a una altitud de 1.675 msnm; la finca Las Delicias, Vereda Chíchira en el Municipio de Pamplona a una altitud de 2.175 msnm y la finca El Recuerdo, Vereda El Carrillo en el Municipio de Chitagá con una altitud de 1875 msnm.

Se tomaron trece árboles de cada finca, los cuales se marcaron del 1 al 13. De cada árbol se tomaron 3 hojas (Quevedo, 2015), para realizar la fijación de las muestras mínimo por 36 horas conservados por una solución de formol al 10% y agua destilada al 90% la fijación tuvo como objetivo matar las células y conservarlas en el estado que se encontraban. Por lo tanto es un modelo histológico destinado a obtener preparados duraderos que conservan la estructura morfológica y química de la célula y tejidos al estado vivo metodología y diseño establecido.

Para finalizar con el procedimiento se tomaron fotografías de los tejidos utilizando microscopios de USB, un portátil y Software Motic images plus 2.0.

### **3.1 Diseño modelo y potencia de la muestra**

Se utilizó un diseño de muestras repetidas con arreglos completamente al azar, con muestreo y para asegurar una potencia aceptable (0,8), en cada una de las tres fincas, se escogieron y georreferenciaron trece (13) individuos al azar. (Faul, Erdfelder, Buchner, & Lang, 2007)

Para dicho diseño se escogieron 13 árboles por parcela lo más homogéneo y de cada árbol se escogieron 3 ramas mixtas, y sobre esas 3 ramas se tomaron 3 hojas sobre las cuales se realizó el estudio anatómico. Se obtuvieron 39 hojas por parcela cada 15 días hasta la cosecha (Quevedo, 2015)

### **3.2 Descripción Metodológica**

#### **3.2.1 Fecha de inicio de los muestreos.**

Finca Pamplonita: 10 de enero 2015

Finca Chitagá: 21 febrero 2015

Finca Pamplona: 6 abril 2015

#### **3.2.2 Actividades generales.**

Fueron 11 muestreos en las fincas de Pamplona y Chitagá y 12 en la finca de Pamplonita (debido a que el ciclo de producción en esta zona es más corto por las condiciones climáticas), los cuales se realizan cada 15 días.

Las hojas elegidas se introdujeron en un frasco que contenía formol al 10% y agua de destilada al 90%. La función del formol conservación de muestras generalmente en una dilución al 5% en agua. (Ecured, 2015)

Cada frasco se llenó a la mitad o un poco más de acuerdo con el tamaño de la hoja.

Se rotuló cada frasco con sus respectivos datos

### **3.2.3 Actividades de laboratorio.**

#### ***3.2.3.1 Materiales.***

Portaobjetos, cubreobjetos, cuchillas, goteros, pinzas, gasa, guantes, tapabocas

#### ***3.2.3.2 Procedimiento.***

Se extrajo la hoja del frasco con una pinza.

Se ubicó la hoja sobre la mesa y se realizaron cortes muy finos con una cuchilla (2 cortes por cada hoja). Tipo de corte transversal

Cada corte fue llevado al portaobjetos el cual tenía una gota de la mezcla de formol con agua destilada extraída del mismo frasco (este procedimiento se realizó con cada una de las tres hojas recolectadas).

A cada muestra se le colocó el cubreobjetos, el líquido sobrante se limpió con gasa.

Las muestras fueron llevadas al microscopio adaptado con lente micrométrico para ver las muestras en 40X.

Se seleccionaron los 3 mejores cortes y se midieron (en micras) la epidermis adaxial, epidermis abaxial, la empalizada, el parénquima esponjoso y el grosor de la hoja.

Se registraron los datos obtenidos en las mediciones.

El procedimiento se repitió para todos los muestreos. (De Juan Herrero, 2012).

## Capítulo IV

### 4. Resultados

Viendo el ANAVA del análisis multivariante que se encuentra en el anexo, y utilizando como factores fijos finca y los días después de defoliación se observa que los modelos obtenidos no alcanzan a llegar a 0.50 del R2 por lo tanto se decidió utilizar el índice de correlación no paramétricas de Spearman Y la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis walis para medir la diferencia entre tratamientos y poder hacer las figuras de medias móviles para cada variable.

Tabla 2. Correlación no paramétricas de Spearman

	GMEA D	IPEAD	GMPE	ÍPPE	GMP ES	ÍPPES	GMEA B	ÍPEAB	GMH	ÍPGH
GMEAD	----- ---	0,232**	0,382**	0,063*	0,276*	0,165**	0,563**	0,116**	0,504**	0,119*
IPEAD		----- --	0,158**	0,184**	0,196*	0,191**	0,125**	0,202**	0,219**	0,240*
GMPE			----- -	-0,011	0,576*	0,126**	0,331**	0,068*	0,896**	0,034
ÍPPE				----- -	0,050	0,294**	0,036	0,079**	0,030	0,678*
GMPES					----- ---	0,092**	0,246**	0,118**	0,830**	0,064*
ÍPPES						----- --	0,139**	0,100**	0,144**	0,588*
GMEAB							----- --	0,103**	0,435**	0,130*
ÍPEAB								----- --	0,124**	0,118*
GMH									----- ---	0,068*
PGH										----- ---

Grosor en micras de la epidermis adaxial = GMEAD, Índice de plasticidad para epidermis adaxial= IEAD, Grosor en micras del parénquima de empalizada= GMPE, Índice de plasticidad para parénquima de empalizada= ÍPPE, Grosor en micras del parénquima esponjoso= GMPES, Índice de plasticidad para parénquima esponjoso = ÍPPES, Grosor en

micras de la epidermis abaxial= GMEAB, Índice de plasticidad para epidermis abaxial= ÍPEAB,  
grosor en micras de la hoja= GMH, Índice de plasticidad para grosor de la hoja= ÍPGH

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

\* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

La tabla de correlación muestra que el grosor de la epidermis adaxial guarda una correlación significativa con la epidermis abaxial, y grosor de la hoja lo que indicaría que su crecimiento se relaciona con el mismo tipo de tejido meristemático que está implicado en el aumento del grosor de la hoja.

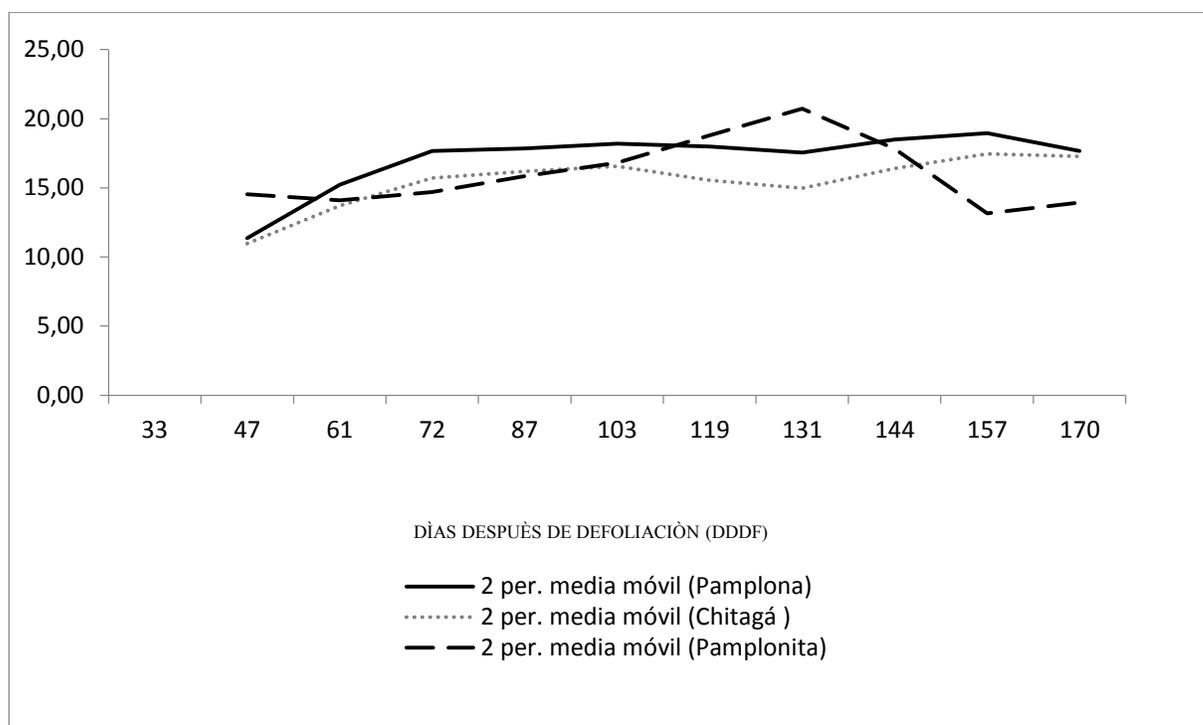


Grosor en micras de la epidermis adaxial = GMEAD, Índice de plasticidad para epidermis adaxial= IEAD, Grosor en micras del parénquima de empalizada= GMPE, Índice de plasticidad para parénquima de empalizada= ÍPPE, Grosor en micras del parénquima esponjoso= GMPES, Índice de plasticidad para parénquima esponjoso = ÍPPES, Grosor en micras de la epidermis abaxial= GMEAB, Índice de plasticidad para epidermis abaxial= ÍPEAB, grosor en micras de la hoja= GMH, Índice de plasticidad para grosor de la hoja= ÍPGH

Con respecto al coeficiente de variación se observó una heterogeneidad de los datos de cada una de las variables en las fincas evaluadas, donde el dato con mayor porcentaje de coeficiente de variación fue la plasticidad fenotípica en la epidermis abaxial con un 75,6118%, donde nos indica una alta diversidad de los datos para esta variable.

En este grafico se puede observar que el grosor en micra del parénquima de empalizada respecto a la media de los datos o promedio sigue presentando la tendencia a ser mayor con respecto a las otras variables evaluadas; esta situación debido a que el tejido de empalizada se encuentra la parte superior de la hoja, donde la radiación solar la recibe con mayor intensidad, originando este fenómeno. También se puede determinar que hay gran variabilidad de los datos con relación a las distintas fincas evaluadas mostrando un comportamiento heterogéneo en cada una de las fincas.

Figura 4. Grosor en micras ( $\mu\text{m}$ ) de la epidermis adaxial de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud)

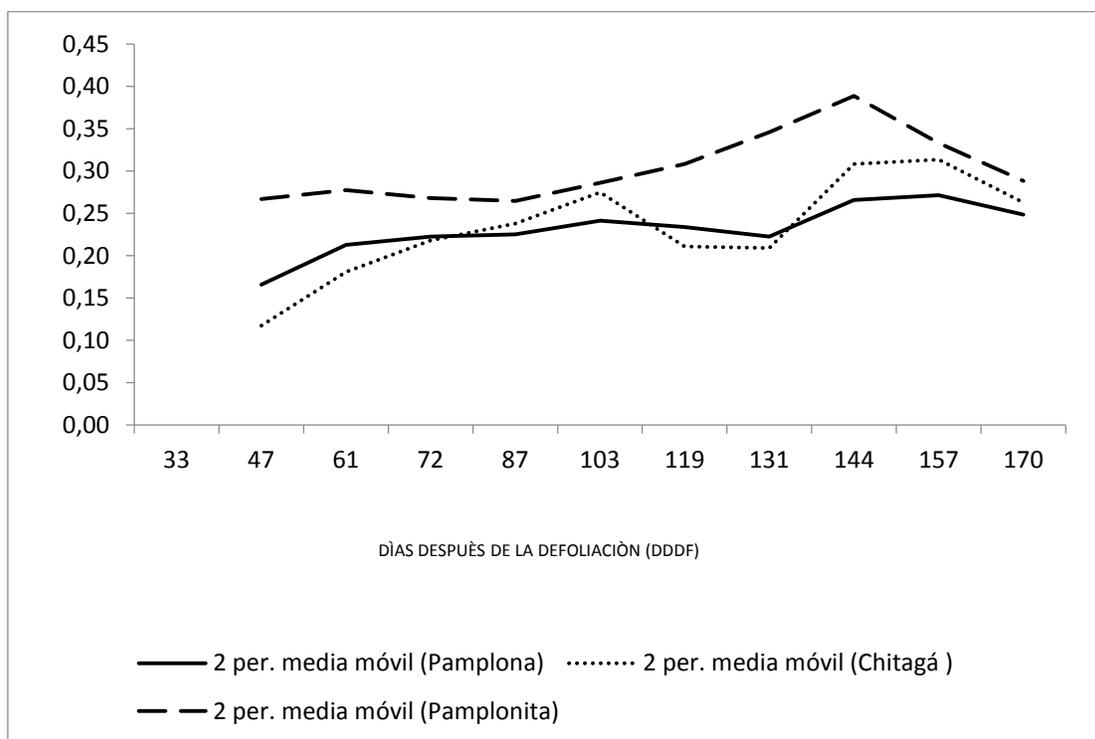


La figura 4 muestra que es mucho mayor el grosor de la epidermis adaxial en Pamplona, lo que indicaría que por las condiciones ambientales de presencia de mayor radiación ultravioleta en dicha localidad esas mayor grosor ayuda a proteger el aparato fotosintético de un daño irreparable. Por otra parte, en la localidad de Chitagá, se registró el menor grosos en epidermis adaxial. La situación anterior obedece a que las condiciones climáticas en Chitagá fueron de menor presencia de radiación solar, en consecuencia, el grosor de la hoja es menor.

En tal sentido, (Carrasco, 2009), afirma que para que la radiación UV-B sea interceptada y produzca alteraciones en la fisiología de la planta debe penetrar en la hoja y ser absorbida por cromóforos o moléculas susceptibles al efecto dañino de esta radiación. Por lo tanto, los cambios morfológicos y anatómicos que son inducidos por la radiación UV-B pueden llegar a ser

determinantes en las respuestas de las distintas especies vegetales sometidas a un aumento de este tipo de radiación.

Figura 5. Índice de plasticidad para epidermis adaxial de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud)



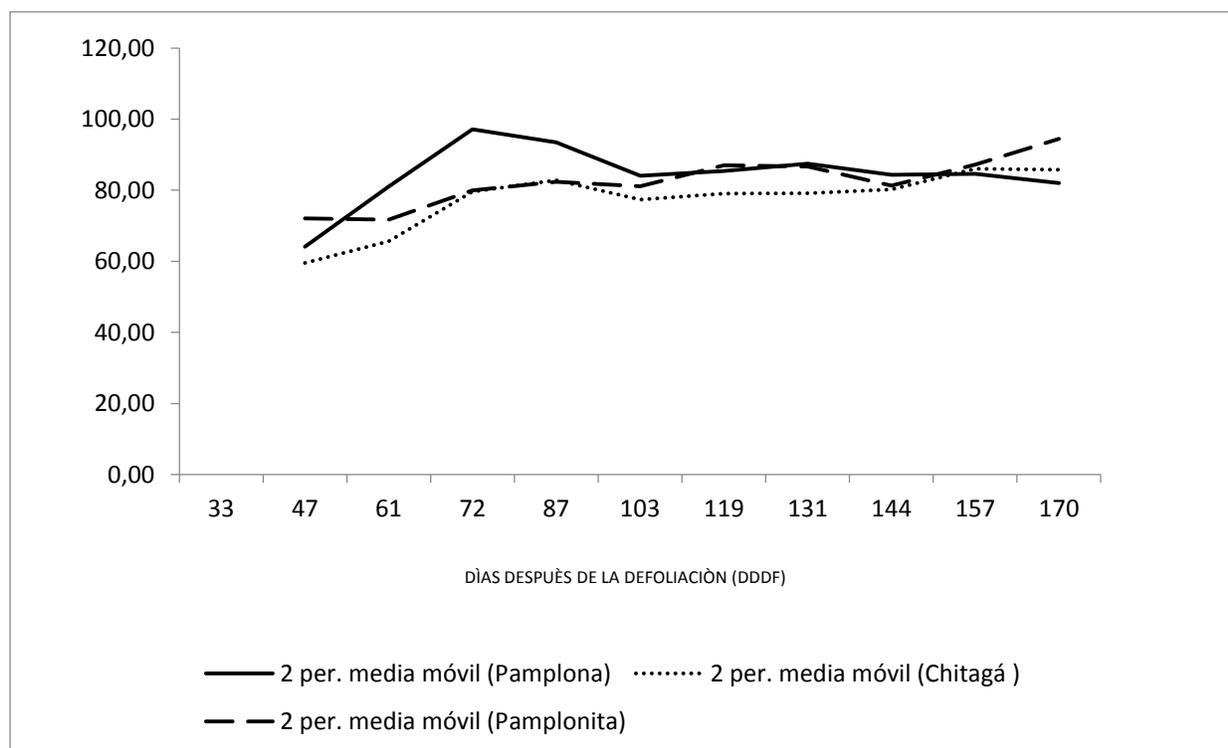
En la figura 5, se muestra que la localidad de Pamplonita presenta mayor plasticidad fenotípica para este carácter morfofisiológico que las otras dos localidades, lo que indicaría que el duraznero *P. persica* (L) Batsch variedad Jarillo está en el ambiente de la localidad de Pamplona más agobiado y presentaría diferencias estadísticas y anatómicas como lo indica la prueba no paramétrica antes relacionada. Lo anterior se debe a que Pamplona está ubicada a una altura mayor que Chitagá y Pamplona. Ejerciendo gran influencia sobre la plasticidad de la epidermis adaxial.

De acuerdo con lo anterior (Baroni, 2010), afirma que los caracteres naturales ligados a la genética de cada especie y variedad de frutales se expresa en mayor o menor medida según las

condiciones climáticas de la zona en la cual están cultivados, como también las prácticas culturales y las tecnologías implementadas para la obtención de producción. Es decir, que junto al genotipo, el ambiente juega un papel principal en el crecimiento y desarrollo. Cada especie y dentro de ella cada variedad poseen distintas condiciones y requisitos que cumplir para llevar a cabo los procesos fenológicos, es por esto que necesitan tiempos y condiciones ambientales diferentes para poder desarrollarse.

Mediante la observación en microscopio con lente micrómetro adaptado se pudo observar con un objetivo de 40X cada uno de los distintos tejidos donde se pudo determinar el grosor de los mismos.

*Figura 6.* Grosor en micras del parénquima de empalizada de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud)



La figura 6 permite observar claramente que el grosor en micras del parénquima de empalizada es mayor en Pamplonita, teniendo en cuenta que Pamplona registró un pico en el

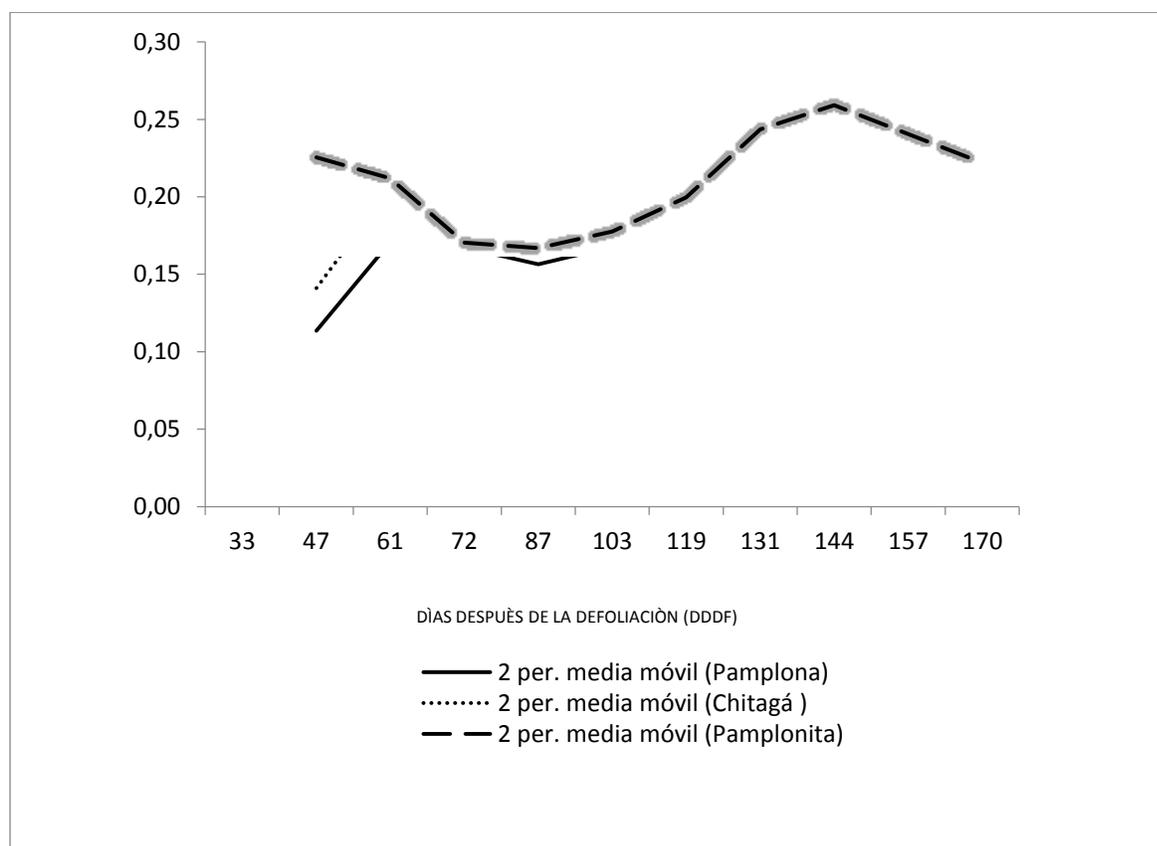
DDF (días después de la defoliación) 72, lo cual puede estar dado por los constantes cambios climáticos que se presentan en Pamplona.

Por otra parte, los registros de Chitagá muestran los índices más bajos en el DDF 47 y 103, en tal sentido, es procedente anotar que para los días mencionados se presentaron precipitaciones, las cuales afectaron el desarrollo del grosor del parénquima.

De lo anterior cabe mencionar que dependiendo del hábitat las hojas desarrollan una serie de características morfológicas especiales; si están expuestas al sol, las hojas con más gruesas que las que crecen a la sombra y tienen un parénquima en empalizado con células más largas que si las hojas crecen en la sombra. (Hernández, 2009)

Es importante, también, mencionar que la altitud incrementa la intensidad de la luz porque la atmosfera más delgada absorbe y dispersa menos la luz. Las plantas que crecen en zonas más altas, por lo tanto, están más propensas a condiciones de saturación de luz y enfrentan mayor riesgo de degradación en su clorofila que las plantas que crecen a nivel del mar. Muchas plantas de zonas elevadas han desarrollado una coloración reflectiva y pelos o escamas protectoras en la cutícula de la hoja para reducir la cantidad de luz que penetra. (Glliesman, 1998)

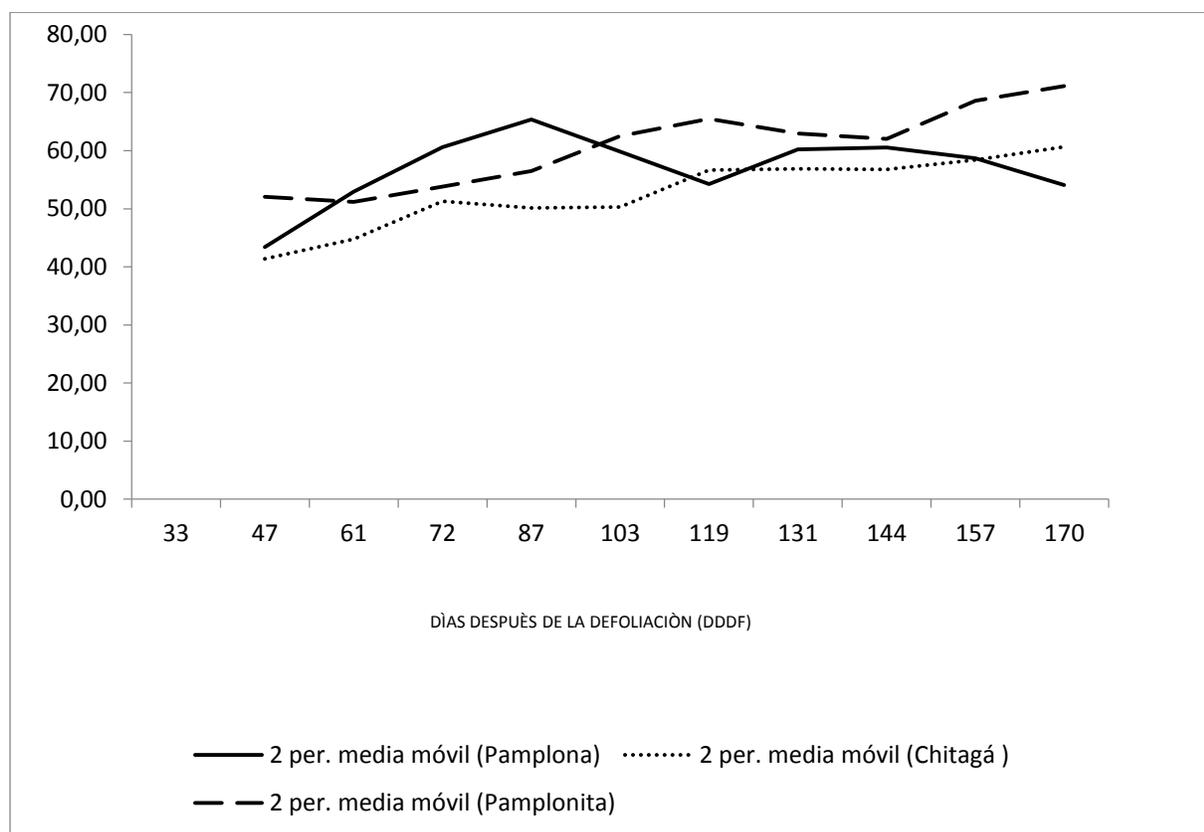
Figura 7. Índice de plasticidad para parénquima de empalizada de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud)



En la figura 7 se aprecia que el índice de plasticidad para parénquima de empalizada fue mayor en Pamplonita, y el mas bajo se registró en Chitagá, por su parte Pamplona registro un pico alto para el DDDF 72.

Respecto a la plasticidad, es prudente mencionar que esta se define como la variación en expresión fenotípica de un genotípico que ocurre en respuesta a condiciones ambientales particulares y que acentúa la capacidad individual a sobrevivir y reproducirse bajo esas condiciones (López & Valentine, 2002)

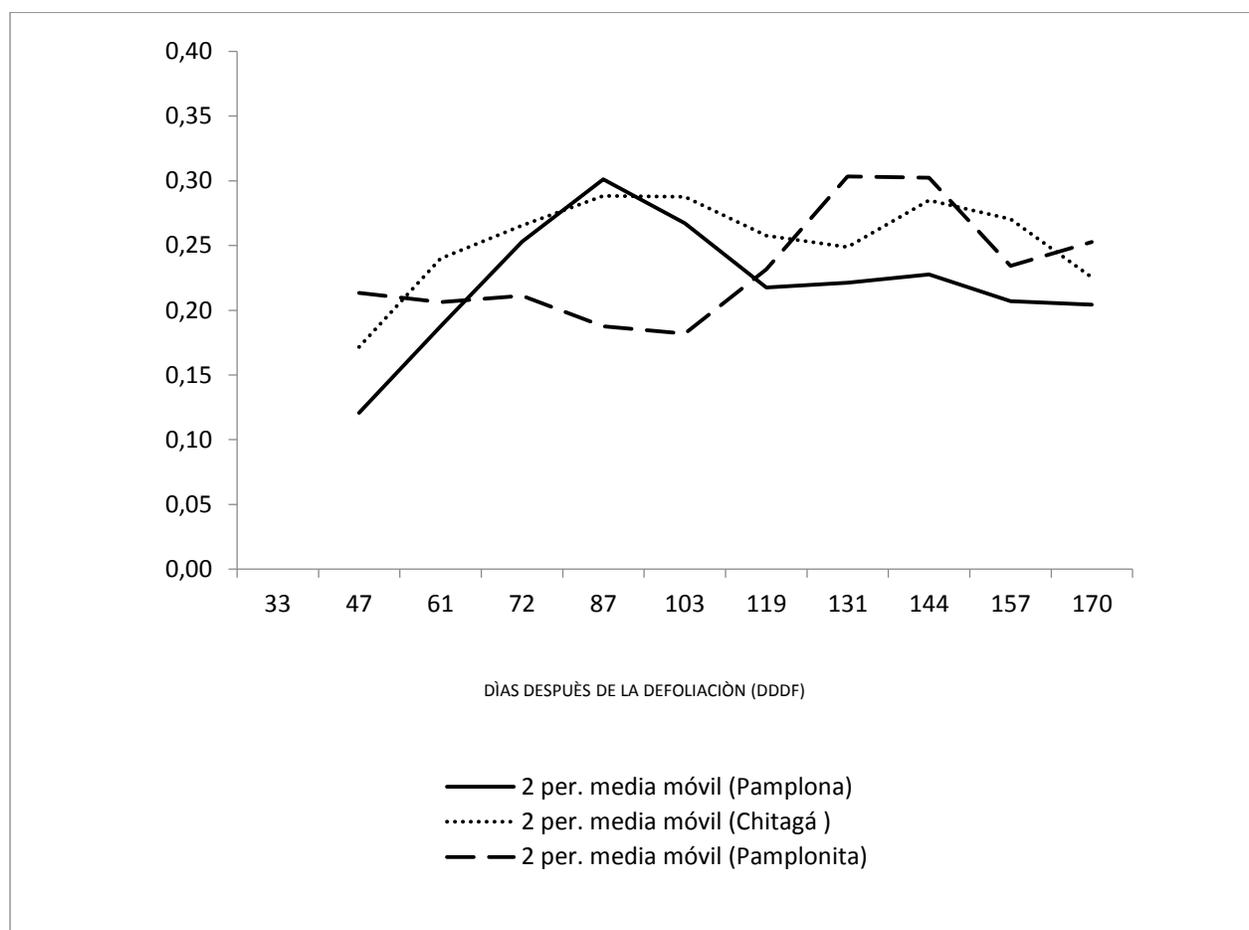
Figura 8. Grosor en micras del parénquima esponjoso de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud)



En la figura 8 se parecía claramente que el índice de grosor en micras del parénquima esponjoso, se registró en Pamplonita y el más bajo en Chitagá, también se presenta un pico significativo en el DDF 87 en Pamplona, debido a los factores ya mencionados

En lo referente al grosor en micras del parénquima esponjoso, se puede mencionar que las condiciones ambientales en que crecen los árboles se reflejan en los caracteres anatómicos de la hoja, como el grosor de las cutículas, los espacios en el tejido esponjoso y el espesor del parénquima en empalizada entre otros. En lugares con peores condiciones hídricas, el tejido esponjoso presenta con frecuencia espacios intercelulares pequeños, las cutículas son más gruesas y el parénquima en empalizada más delgado (Villaseñor & Santander, 2013)

Figura 9. Índice de plasticidad para parénquima esponjoso de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud)



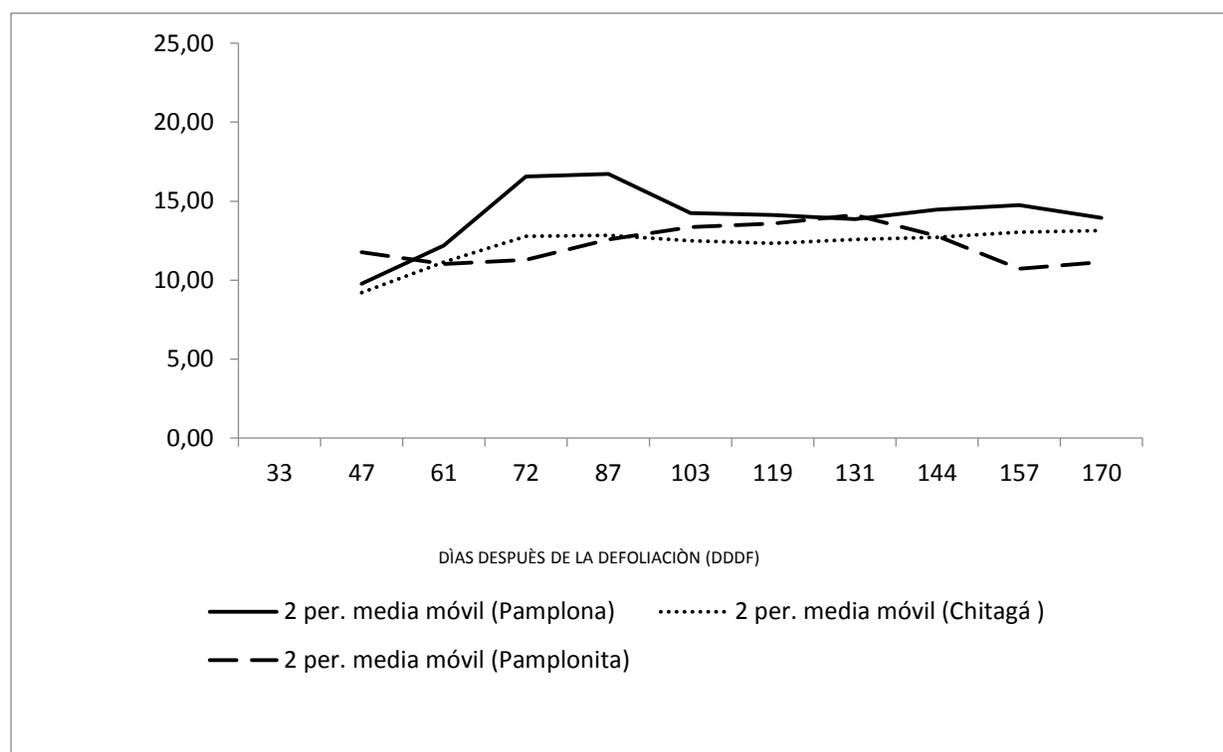
En la figura 9 se muestra con que el índice de plasticidad para parénquima esponjoso es mayor en Pamplonita y menor en Pamplona, la cual registra un pico significativo a la altura del DDDF 87, que como antes se ha mencionado, se ve afectada por las constantes variaciones climáticas.

La estructura esponjosa o lagunar del mesófilo permite gran intercambio de gases entre el tejido fotosintético y el medio ambiente, ya que existe una continuidad entre los espacios intercelulares y las cámaras subestomáticas de los estomas. La superficie de las células del

mesófilo se llama por ello superficie interna de la hoja. (Universidad Nacional de Colombia, 2014)

El parénquima clorofiliano más especializado se encuentra en el mesofilo de las hojas, donde puede disponerse en filas perpendiculares a la epidermis constituyendo el parénquima empalizada o bien dejando espacios o meatos intercelulares formando el parénquima esponjoso. Este tejido tiene la función específica de realizar el proceso fotosintético mediante el cual las plantas pueden convertir la energía lumínica en energía química. La absorción de la energía lumínica es realizada por los cloroplastos a través del pigmento clorofila y es aquí donde se sintetizan los primeros azúcares (energía química). En otros órganos vegetales hasta donde penetra la luz puede encontrarse clorénquima, como en las capas más externas del parénquima cortical de los tallos. (Univeridad Nacional de La Plata, 2013)

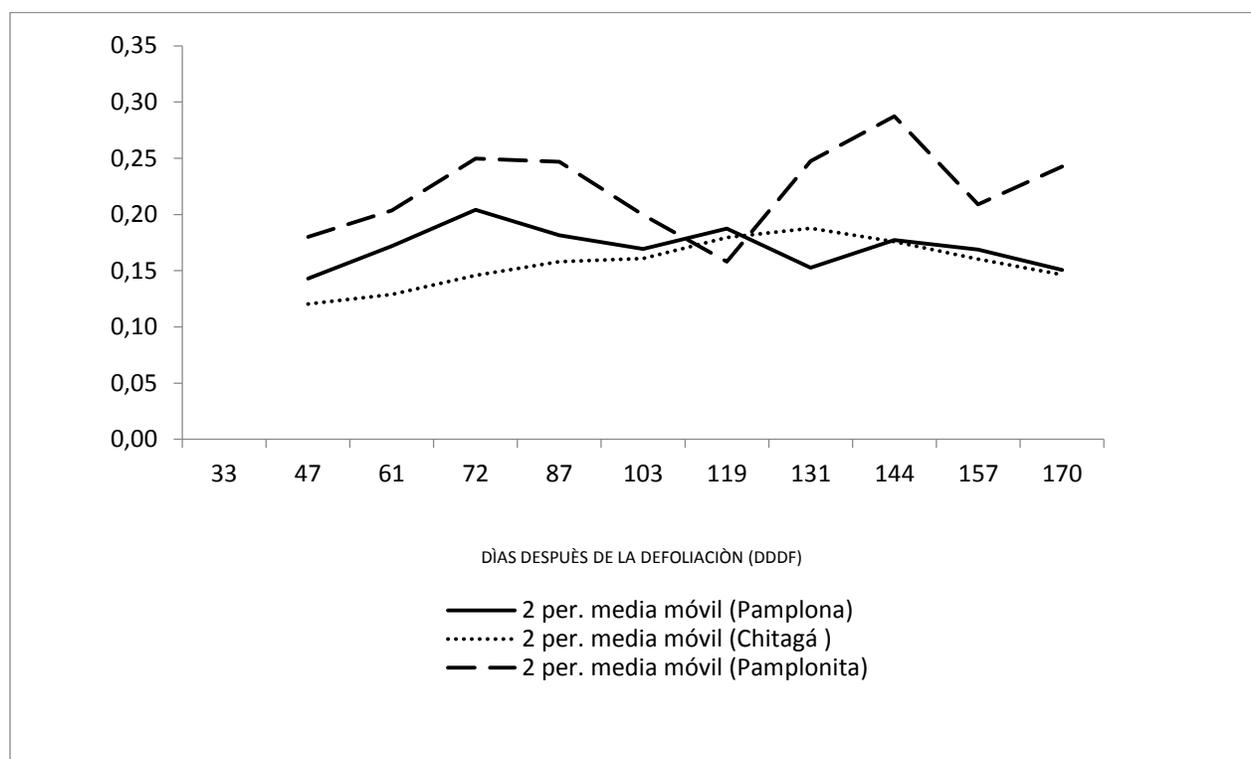
*Figura 10.* Grosor en micras de la epidermis abaxial de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud)



En la figura 10 se deja ver que el grosor en micras de la epidermis abaxial más alto se registra en Pamplona y el más bajo en el municipio de Pamplonita. Se menciona además que Pamplona registra nuevamente un pico significativo en el DDF 87.

El alargamiento anticlinal de las células epidérmicas es una adaptación xeromórfica, que se produce para contribuir a la conservación de agua y evitar la acción negativa de la excesiva insolación sobre los estratos internos de células en empalizada (Roth, 1984), citado por (Nughes, Colares, Hernández, & Arambarri, 2013).

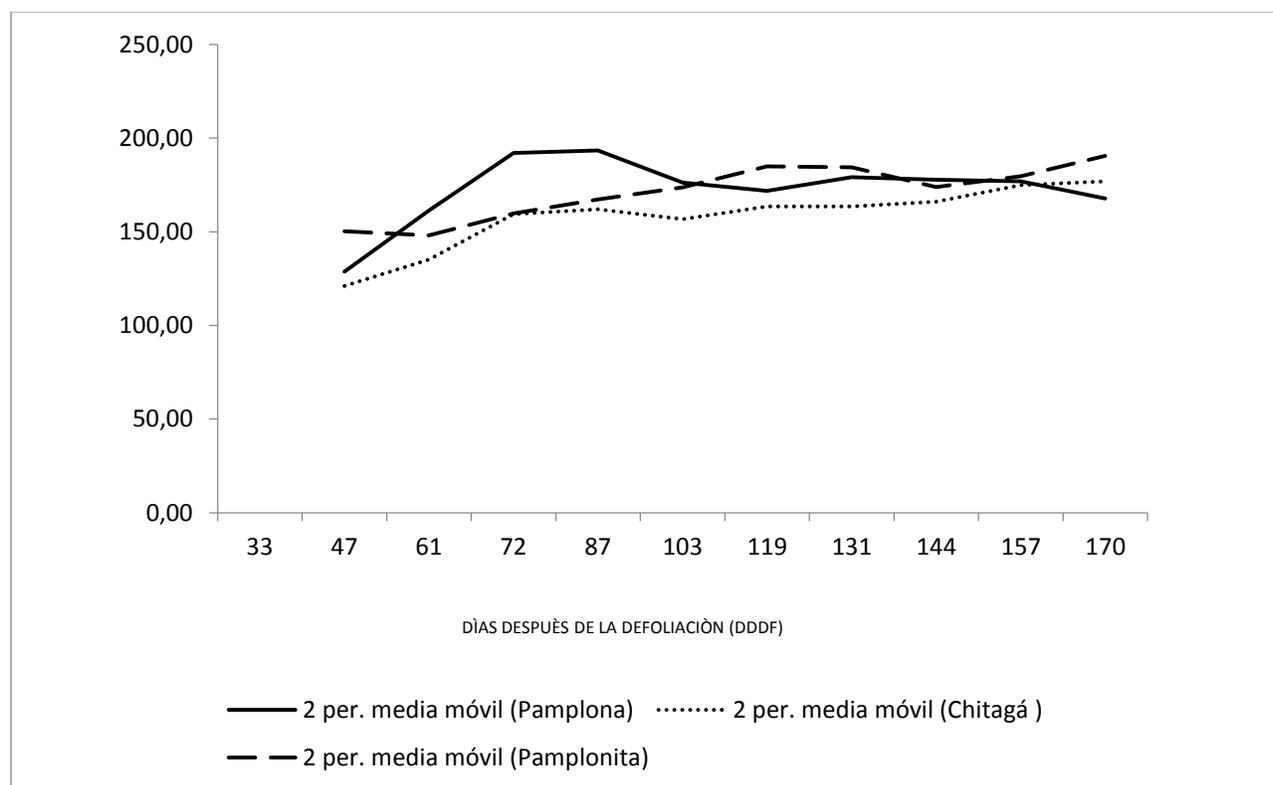
*Figura 11.* Índice de plasticidad para epidermis abaxial de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud)



En la figura 11 se muestra que el índice de plasticidad para epidermis abaxial, fue mayor en Pamplonita y menor en Chitagá, mostrando este último, un marcado índice bajo para el día 47, pamplona, por su parte, muestra una constante a la baja durante todo el periodo.

La mayor longitud de las células en empalizada contribuye a la difusión de la excesiva insolación protegiendo los estratos más internos que, al no recibir tanta radiación solar, reducen su longitud hacia la cara abaxial menos expuesta (Roth, 1984), señala que las plantas terrestres evolucionaron hacia la tolerancia y uso de niveles más elevados de incidencia de luz solar y la estructura foliar evolucionó hacia las llamadas hojas de sol. Asimismo, Silva & Silva (2001) también indicaron que el clorénquima suele cambiar la forma y dimensiones de sus células como adaptación al ambiente donde la especie crece. (Nughes, Colares, Hernández, & Arambarri, 2013)

*Figura 12.* Grosor de la hoja de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud)

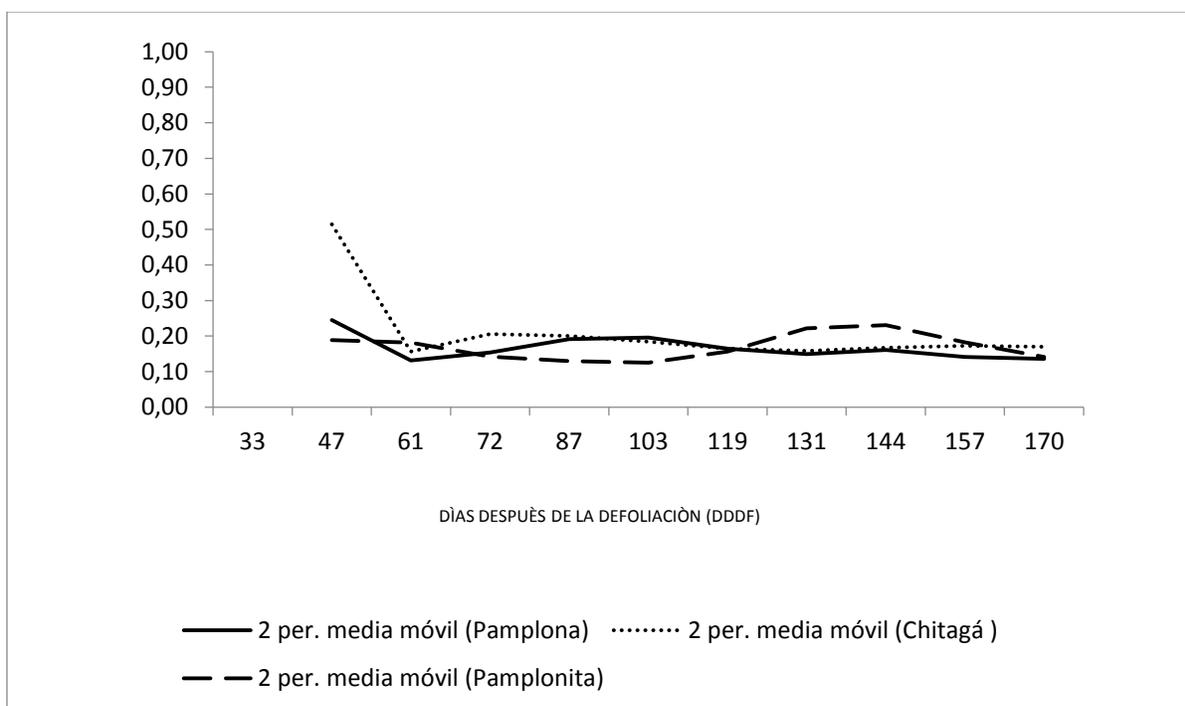


En lo referente al grosor de la hoja, en la gráfica se aprecia en la figura 12 que Pamplonita registra el más alto índice y Pamplona cierra con el más bajo. Por su parte Pamplona

registra un pico alto que se sostiene entre los días 61 y 87, atribuibles a factores ya mencionados.

El aumento en grosor de la hoja indica que esta alteración puede variar según las condiciones ambientales que se encuentren en donde se tomó la hoja, mostrando diferencias significativas en el grosor de esta o del mesófilo, por lo tanto también en la estructura interna como parénquima esponjoso, empalizada y epidermis adaxial, abaxial que originan un comportamiento diferente en cada de las provincias, ya sea comportándose mayor o menor en grosor de la hoja.

*Figura 13.* Índice de plasticidad para grosor de la hoja de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud)



Respecto al índice de plasticidad para grosor de la hoja, la figura 13 muestra claramente un mayor registro en Chitagá y un menor registro en Pamplona y Pamplonita. El municipio de Chitagá registra un descenso marcado entre los días 33 y 61, lo cual puede atribuirse a

fenómenos climáticos extremos. Por otra parte, Pamplona vuelve a registrar un pico significativo entre los días 87 y 103 en donde pamplonita al final culmina con un mejor comportamiento entre los DDDF 131 -170.

El índice de plasticidad permite comparar el grado de cambio de características medidas en diferentes unidades. Éste, se calcula a partir de la diferencia entre el valor máximo y mínimo medios que asume cada variable, dividido por el valor máximo (Valladares et al., 2002). Citado por (Guarnaschelli & Bataglia, 2009)

## Conclusiones

Las condiciones ambientales y específicamente la presencia de rayos ultravioleta inciden directamente en el grosor de la epidermis adaxial de la hoja del duraznero variedad Amarillo Jarillo, lo cual se evidenció en la zona de Pamplona, pues según los datos registrados, fue allí donde se dio el mayor grosor de la mencionada epidermis, debido a las precipitaciones en este municipio es del orden bimodal y se encuentra sobre la cuenca del Catatumbo.

La mayor plasticidad fenotípica fue registrada en la localidad de Pamplonita, por lo cual presenta diferencias anatómicas, dadas en gran medida por la altura de dicha localidad, y resultando más desfavorable para Pamplona y Chitagá.

Respecto al grosor en micras del parénquima de empalizada la localidad de Pamplonita registra los índices más altos al final de los muestreos, sin embargo, la localidad de Pamplona registra unos picos significativos en algunos días, lo cual obedece a los continuos cambios climáticos que se dan en dicha localidad, ya que se encuentra a 2.175 msnm.

Otros aspectos como el índice de plasticidad para parénquima de empalizada, el grosor en micras del parénquima esponjoso, el índice de plasticidad para parénquima esponjoso, el índice de plasticidad para epidermis abaxial y el grosor de la hoja, registran mejores comportamientos en la localidad de Pamplonita, lo cual permite establecer que las condiciones climáticas de dicha localidad son las más adecuadas para la producción del durazno variedad Amarillo Jarillo.

La localidad de Pamplona, presentó picos significativos en cada uno de los muestreos, especialmente entre los días 72 y 103, ya que en este lapso hubo un verano intenso en dicha región, sin embargo al final de los muestreos no conservó dicha tendencia, debido al régimen de lluvia de dicha localidad ya que es de un carácter bimodal.

### **Recomendaciones**

De acuerdo con los resultados obtenidos en los estudios realizados al parénquima de empalizada y esponjoso y epidermis adaxial de la hoja en los estados fenológicos del duraznero variedad Amarillo Jarillo, se recomienda a los cultivadores de dicho producto en Pamplonita, continuar con dicha labor, pues es evidente que las condiciones climáticas de esta región son las más recomendables para su cultivo.

Por otra parte, es recomendable que los cultivadores se apropien de estudios como este, para así determinar las épocas más favorables del año para el desarrollo de su cultivo.

Se recomienda a la Universidad de Pamplona continuar con los estudios del comportamiento general de los cultivos del duraznero variedad Amarillo Jarillo, en otras localidades del departamento y del país, con el fin de brindar información importante a los cultivadores de este producto.

## Referencias

- Alcaldía de Chitagá-Norte de Santander. (2015). *Nuestro Municipio*. Recuperado el 12 de Julio de 2015, de [http://chitaga-nortedesantander.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://chitaga-nortedesantander.gov.co/informacion_general.shtml).
- Alcaldía de Pamplona. (2015). *Nuestro Municipio*. Recuperado el 11 de Julio de 2015, de <http://pamplona-nortedesantander.gov.co/index.shtml#8>.
- Alcaldía de Pamplonita- Norte de Santander. (2015). *Nuestro Municipio*. Recuperado el 10 de Julio de 2015, de [http://pamplonita-nortedesantander.gov.co/mapas\\_municipio.shtml](http://pamplonita-nortedesantander.gov.co/mapas_municipio.shtml).
- Aular, J., Casares, M., & Gebaüer, J. (2013). *Manejo hortícola de huertos de duraznero*. Recuperado el 11 de Julio de 2015
- B. Guarnaschell, A., Anita, I. M., & Battagua, A. (2009).
- Baroni, A. (2010). *Caracterización fenológica de variedades de durazno para industria en Mendoza*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2015, de [www.idr.org.ar/.../1-caracterizacion-fenologica-de-variedades-de-durazn..](http://www.idr.org.ar/.../1-caracterizacion-fenologica-de-variedades-de-durazn..)
- Carrasco, L. (2009). Efecto de la radiación ultravioleta-b en plantas. *Idesia*, 60.
- De cara Garcia, J. (2006). La observación fenológica en agrometeorología. *Ambienta*, 64.
- De Juan Herrero, J. (2012). *La técnica histológica: Preparación del material para ser cortado*. Recuperado el 2 de Agosto de 2015, de [rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18704/1/histologia\\_p2.pdf](http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18704/1/histologia_p2.pdf).
- Donoso, J., Bastías, R., Lemus, G., & Silva, L. (2008). Comportamiento fenológico del cerezo (*prunus avium* L.) en tres localidades de la VI región. *Informativo Inia Rayentué*, 1.
- Ecured. (2015). *Formol*. Recuperado el 1 de Diciembre de 2015, de <http://www.ecured.cu/Formol>
- Facultad de Agronomía Unlpam. (2012). *Glosario de términos botánicos*. Recuperado el 14 de Julio de 2015, de [tecnat.fcien.edu.uy/.../Glosario\\_de\\_terminos\\_botanicos](http://tecnat.fcien.edu.uy/.../Glosario_de_terminos_botanicos).
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. (2007). *Statistical power analyses using G\*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. Behavior Research Methods, 41, 1149-1160. Download PDF*. Recuperado el 3 de Agosto de 2015
- Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. (2001). *Estadios de las plantas mono-y dicotiledóneas*. Recuperado el 4 de Agosto de 2015, de [www.jki.bund.de/fileadmin/dam.../bbch/BBCH-Skala\\_spanisch.pdf](http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam.../bbch/BBCH-Skala_spanisch.pdf).

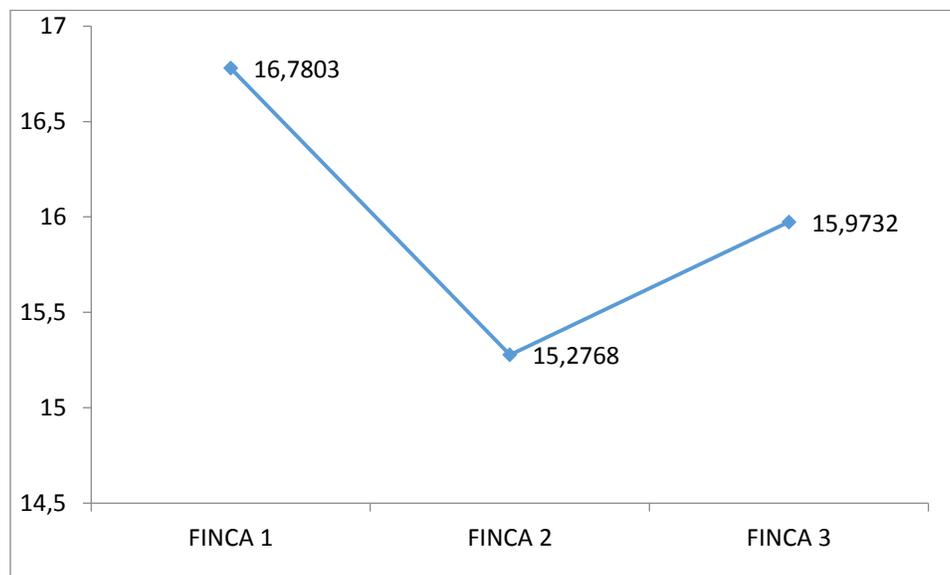
- Ferruzca, E. (Marzo de 2006). Control químico in vitro de la pudrición morena (*Monilinia fructicola*) en durazno (*Prunus persicae*). Uruapan, Michoacán, México.
- Gatusso, M., & Gatusso, S. (2010). *Estructura del cuerpo de las espermatofitas*. Recuperado el 4 de Diciembre de 2015, de [www.fbioyf.unr.edu.ar/.../Estructura%20del%20Cuerpo%20de%20las%20](http://www.fbioyf.unr.edu.ar/.../Estructura%20del%20Cuerpo%20de%20las%20)
- Gliessman, S. (1998). Las plantas y los factores ambientales . En S. Gliessman, *Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible* (pág. 48). San José de Costa Rica: Sleeping Bear Press.
- Gratacós, E. (2012). *El cultivo del duraznero Prunus persica (L.) Batsch*. Recuperado el 14 de Julio de 2015
- Guarnaschelli, A., & Bataglia, A. (2009). *Cambios anatómicos y morfológicos en plántulas de eucalyptus sp. en respuesta a diferentes niveles de luz*. Buenos Aires.
- Hernández, R. (29 de Abril de 2009). *crecimiento vegetal* . Recuperado el 29 de Noviembre de 2015, de [www.forest.ula.ve/-rubenhg/crecimiento\\_vegetal/](http://www.forest.ula.ve/-rubenhg/crecimiento_vegetal/).
- Izarra, W., & Francisco, L. (2011). *Manual de observaciones fenológicas*. Recuperado el 9 de Julio de 2015, de [agroaldia.minag.gob.pe/.../pdf/.../efenologicos/manual\\_fenologico.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/.../pdf/.../efenologicos/manual_fenologico.pdf).
- Jiménez, W. (Junio de 2015). Evaluación del tejido fundamental durante la ontogenia de las hojas de duraznero variedad jarillo. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.
- López, I., & Valentine, I. (4 de Noviembre de 2002). *Rol de la diversidad praterense y de los grupos funcionales de especies sobre la condición de la prodera y su estabilidad*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2015, de [mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=s0304-88022003000100007&script=sci-arttext&tlng=es](http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=s0304-88022003000100007&script=sci-arttext&tlng=es).
- Medina, R. (2000). *Fenología y producción forzada de frutales caducifolios bajo condiciones subtropicales*. Recuperado el 2 de julio de 2015, de [digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Raul%20Medina%20Torres.pdf](http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Raul%20Medina%20Torres.pdf).
- Meier, U. (2001). *Estadios de las plantas mono-y dicotiledóneas*. Recuperado el 4 de Agosto de 2015, de [www.jki.bund.de/fileadmin/dam.../bbch/BBCH-Skala\\_spanisch.pdf](http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam.../bbch/BBCH-Skala_spanisch.pdf).
- Molist, P., Pombal, M., & Megias, M. (2014). Parénquima. En P. Molist, M. Pombal, & M. Megias, *Atlas de histología vegetal y animal* (págs. 6-7-8-9-10). Vigo-Pontevedra (España): Facultad de Biología (Universidad de Vigo).

- Nasca, P. (2010). *Histología vegetal*. Recuperado el 4 de Diciembre de 2015, de [cath1.s3.amazonaws.com/plantas/1910772263.Histología%202011.pdf](http://cath1.s3.amazonaws.com/plantas/1910772263.Histología%202011.pdf).
- Nughes, L., Colares, M., Hernández, M., & Arambarri, A. (2013). *Morfo-anatomía de las hojas de Celtis ehrenbergiana (CELTIDACEAE) desarrolladas bajo condiciones naturales de sol y sombra*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2015, de [http://ibone.unne.edu.ar/objetos/uploads/documentos/bonplandia/public/22\\_2/159\\_170.pdf](http://ibone.unne.edu.ar/objetos/uploads/documentos/bonplandia/public/22_2/159_170.pdf)
- Peñaranda, G. (2012). Análisis de costos de la producción de durazno prunus pérsica en la provincia de Pamplona (Norte de Santander). *Face, Revista de la Facultad de Ciencias Economicas y Empresariales*, 147.
- Pinzón, E., Cruz, A., & Fischer, G. (2014). Aspectos fisiológicos del duraznero (Prunus persica [L.] BATSCH) en el trópico alto. Una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 402.
- Quevedo, E., Arévalo, M., & Cancino, G. (2012). Determinación de un modelo matemático para la estimación del área foliar y peso seco del limbo de prunus persica cv. jarillo. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Vol. 65, Núm. 2. p.17.*
- Rapparini, F., Rotondi, A. R., & Baraldi, R. (21 de Julio de 1999).
- Timaná, J., & Urbano, D. (2013). *Caracterización de labores culturales y estado fitosanitario del cultivo de durazno Prunus pérsica en el municipio de Palestina Huila*. Recuperado el 3 de Julio de 2015, de [repository.unad.edu.co/bitstream/10596/1400/1/Proyecto.pdf](http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/1400/1/Proyecto.pdf).
- Universidad Nacional de La Plata. (2013). *Tejidos de elaboración y reserva (parénquimas) y sosten (colénquima y esclerénquima)*. La Plata, Argentina.
- Universidad Nacional de Colombia. (2014). *Anatomía de la hoja*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2015, de [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/lecciones/cap02/02\\_04\\_10.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/lecciones/cap02/02_04_10.htm)
- Universidad San Luis Gonzaga de Ica. (2012). *Histología vegetal*. Recuperado el 4 de Diciembre de 2015, de <http://documents.mx/documents/histologia-vegetal-55b07bb37d3c9.html>
- Villaseñor, R. G., & Santander, K. (2013). *Estudio anatómico comparativo de la estructura foliar en Myrceugenia Exsucca (Dc). o. Berg (Myrtaceae), en tres localidades de la región de Valparaíso, Chile*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2015, de [www.chlorischile.cl/villase%F1or%20et%20al-petras/Villase%F1or-myrcueugenia%20exsucca.htm](http://www.chlorischile.cl/villase%F1or%20et%20al-petras/Villase%F1or-myrcueugenia%20exsucca.htm)

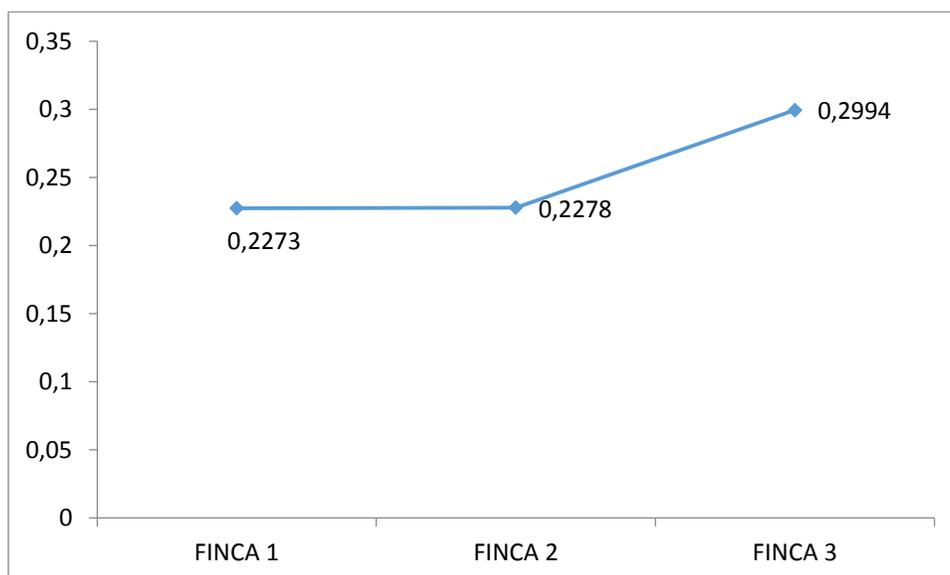
# ANEXOS

## Anexos A. Estadística

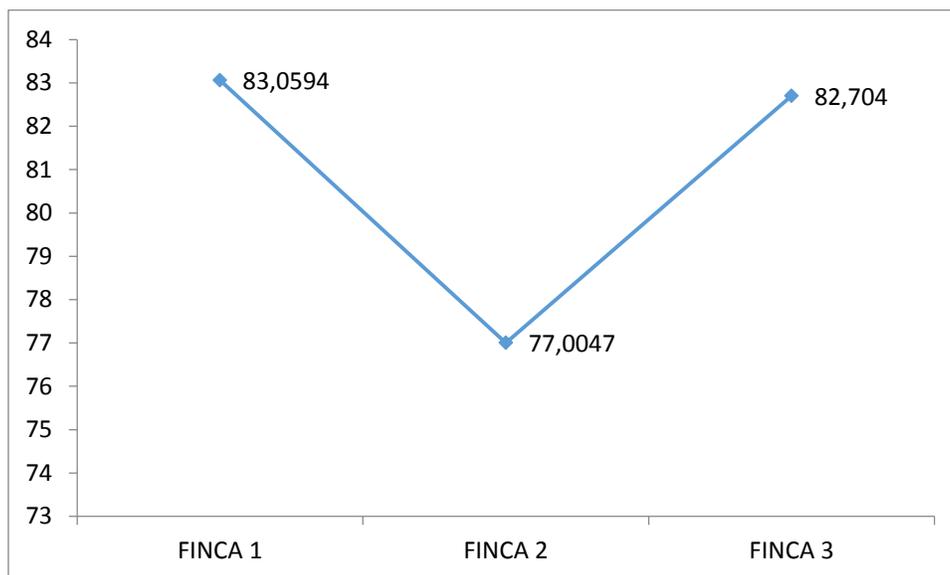
## Grosor en micras de la epidermis adaxial



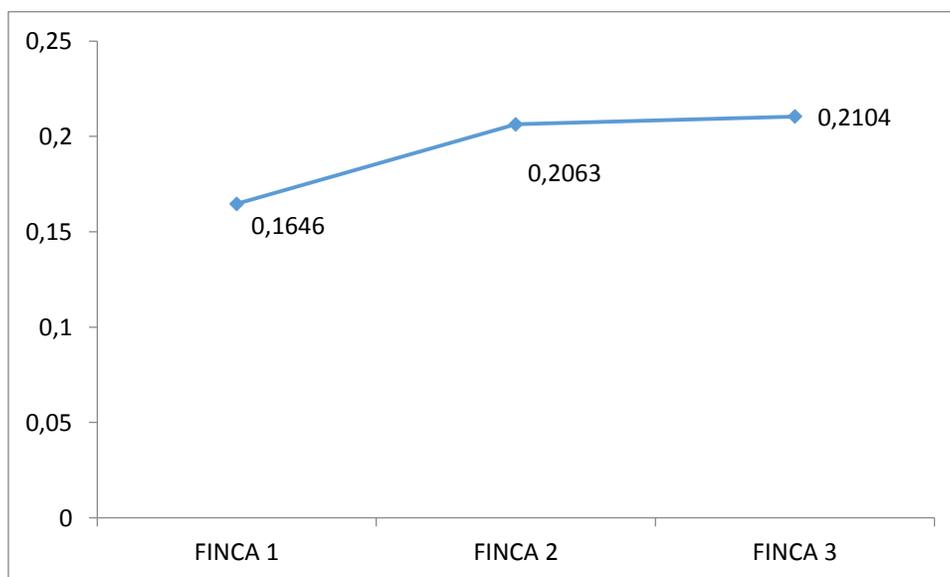
## Índice de plasticidad para epidermis adaxial



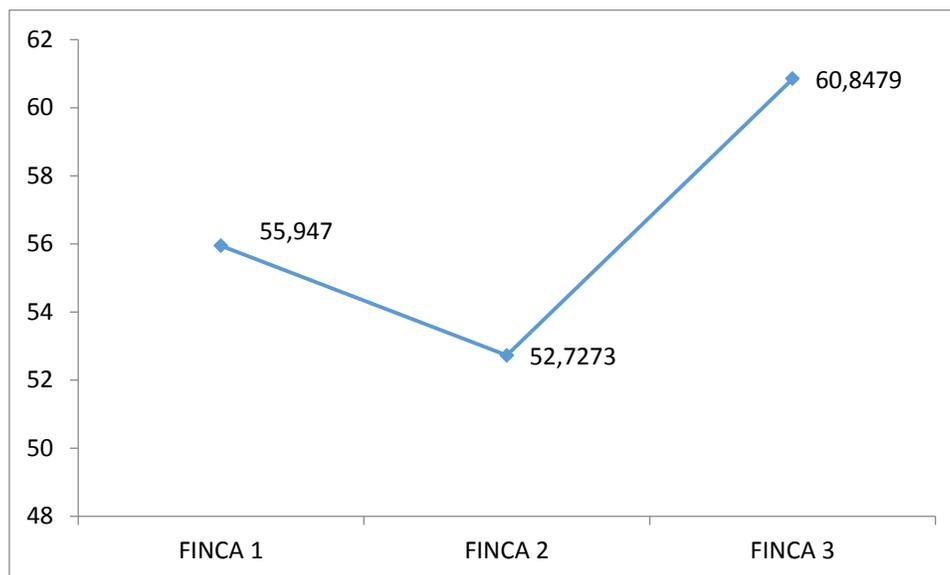
### Grosor en micras del parénquima de empalizada



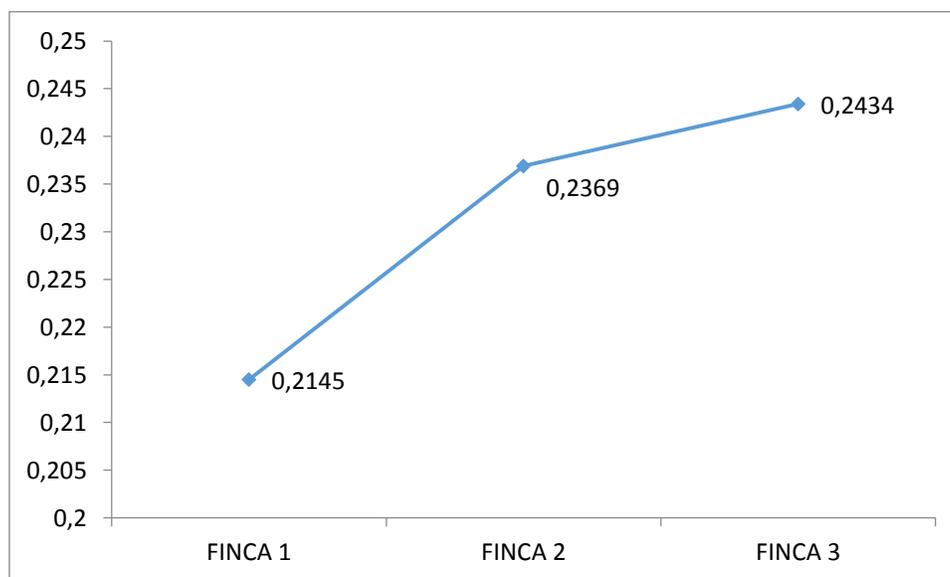
### Índice de plasticidad para parénquima de empalizada



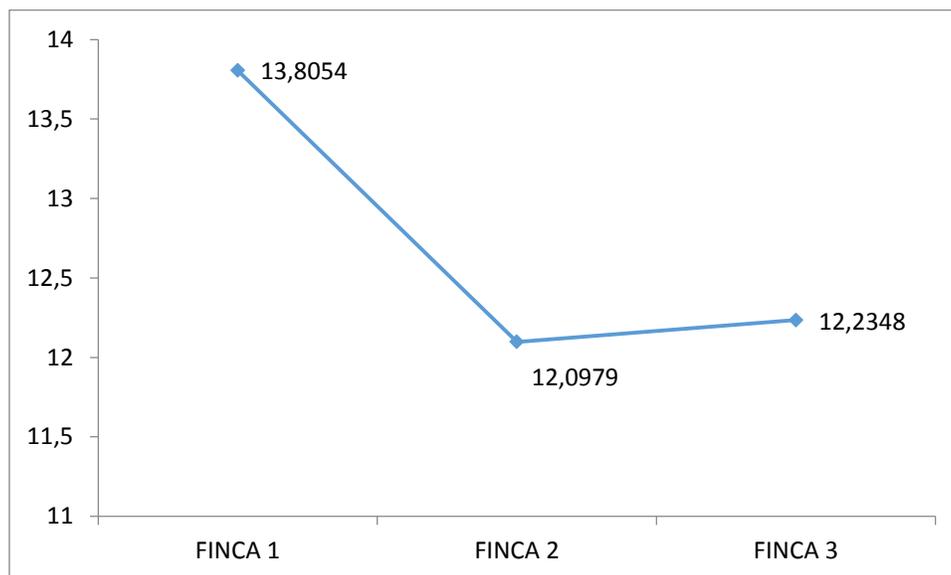
### Grosor en micras del parénquima esponjoso



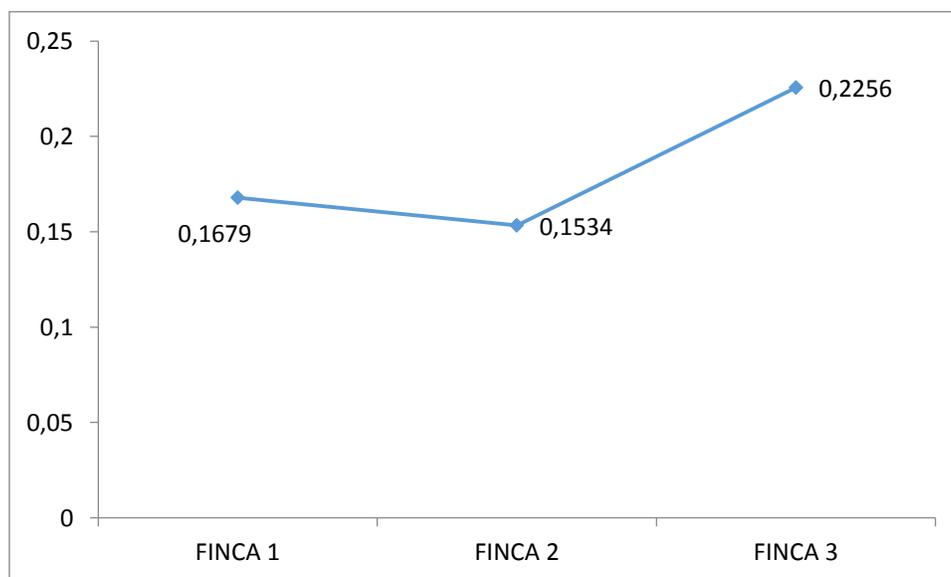
### Índice de plasticidad para parénquima esponjoso



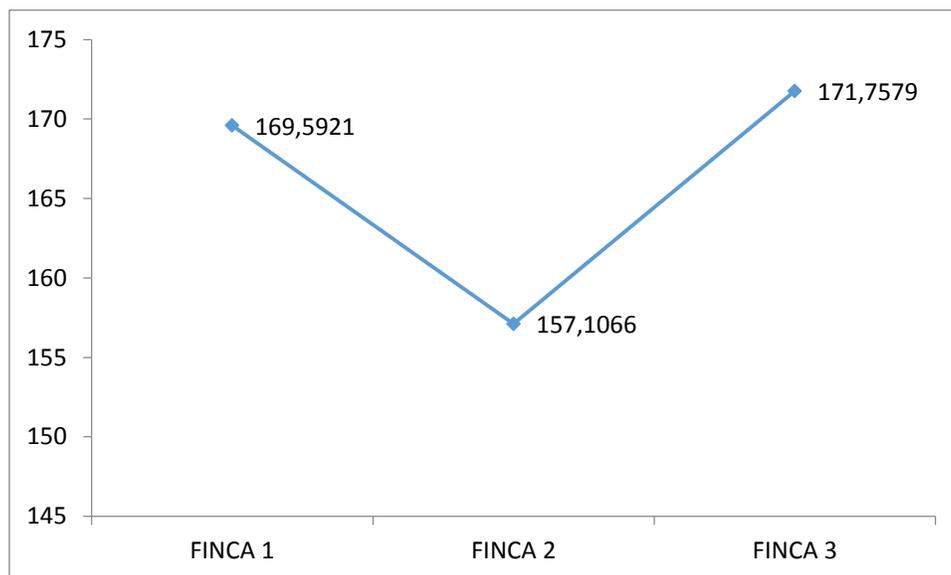
## Grosor en micras de la epidermis abaxial



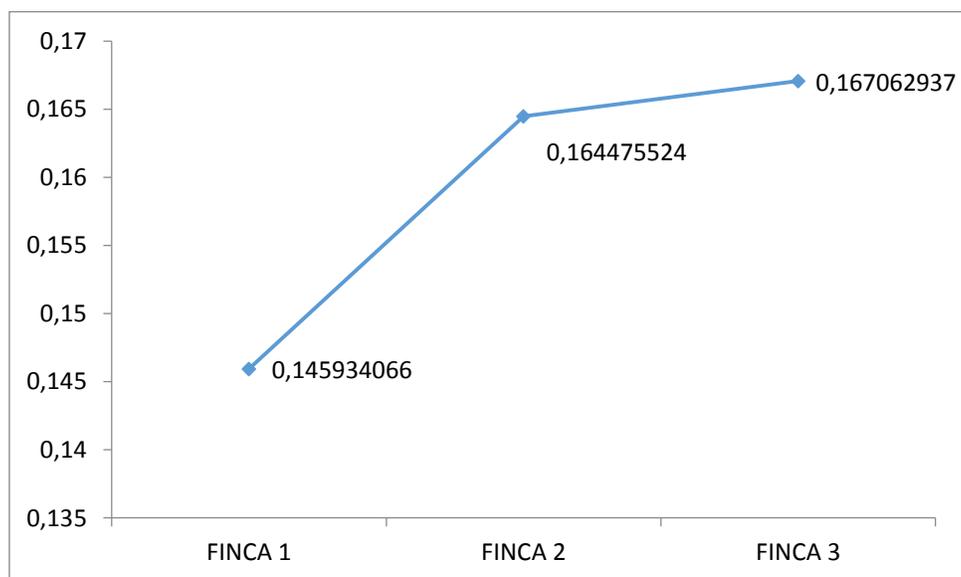
## Índice de plasticidad para epidermis abaxial



## Grosor de la hoja



## Índice de plasticidad para grosor de la hoja



Anexo B. Estadísticos de prueba <sup>AB</sup>Estadísticos de prueba <sup>a,b</sup>

	Grosor en micras de la epidermis adaxial	INDICE DE PLASTICIDAD PARA EPIDERMIS ADAXIAL	grosor en micras del parénquima de empalizada	INDICE DE PLASTICIDAD PARA PARENQUIMA DE EMPALIZADA	grosor en micras del parénquima esponjoso	INDICE DE PLASTICIDAD PARA PARENQUIMA ESPONJOSO	grosor en micras de la epidermis abaxial	INDICE DE PLASTICIDAD PARA EPIDERMIS ABAXIAL	grosor de la hoja	INDICE DE PLASTICIDAD PARA GROSOR DE LA HOJA
Chi-cuadrado	37,431	73,309	39,216	38,917	77,946	16,544	102,955	60,362	53,653	14,349
gl	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sig. asintótica	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,001
Sig. Sig.	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,001 <sup>c</sup>
Monte Carlo										
Intervalo de confianza al 99%										
Límite inferior	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
Límite superior	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,001

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: FINCA

c. Se basa en 10000 tablas de muestras con una semilla de inicio 2000000.

Pruebas multivariante<sup>a</sup>

Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Parámetro de no centralidad	Potencia observada <sup>d</sup>
Interceptación	Traza de Pillai	,983	8149,370 <sub>b</sub>	9,000	1246,000	,000	73344,329	1,000
	Lambda de Wilks	,017	8149,370 <sub>b</sub>	9,000	1246,000	,000	73344,329	1,000
	Traza de Hotelling	58,864	8149,370 <sub>b</sub>	9,000	1246,000	,000	73344,329	1,000
	Raíz mayor de Roy	58,864	8149,370 <sub>b</sub>	9,000	1246,000	,000	73344,329	1,000
DDD	Traza de Pillai	,659	9,915	90,000	11286,000	,000	892,372	1,000
	Lambda de Wilks	,460	11,414	90,000	8461,042	,000	763,110	1,000
	Traza de Hotelling	,938	12,969	90,000	11198,000	,000	1167,215	1,000
	Raíz mayor de Roy	,650	81,546 <sup>c</sup>	10,000	1254,000	,000	815,463	1,000
FINCA	Traza de Pillai	,238	18,672	18,000	2494,000	,000	336,092	1,000
	Lambda de Wilks	,775	18,839 <sup>b</sup>	18,000	2492,000	,000	339,099	1,000
	Traza de Hotelling	,275	19,006	18,000	2490,000	,000	342,104	1,000
	Raíz mayor de Roy	,192	26,616 <sup>c</sup>	9,000	1247,000	,000	239,543	1,000
DDD * FINCA	Traza de Pillai	,683	5,148	180,000	11286,000	,000	926,619	1,000
	Lambda de Wilks	,478	5,362	180,000	10297,469	,000	881,395	1,000
	Traza de Hotelling	,805	5,561	180,000	11198,000	,000	1001,050	1,000
	Raíz mayor de Roy	,327	20,518 <sup>c</sup>	20,000	1254,000	,000	410,351	1,000

a. Diseño : Interceptación + DDD + FINCA + DDD \* FINCA

b. Estadístico exacto

c. El estadístico es un límite superior en F que genera un límite inferior en el nivel de significación.

d. Se ha calculado utilizando  $\alpha = .05$

Registro estadístico de Grosor en micras ( $\mu$ ) de la epidermis adaxial de la media móvil de datos obtenidos en cada una de las fincas

DDDF: Días Después de la Defoliación

DDDF	Pamplona	Chitagá	Pamplonita
33	10,1282	9,7436	14,5833
47	12,5962	12,2115	14,4872
61	17,8526	15,1923	13,7179
72	17,5000	16,2500	15,6731
87	18,2051	16,1538	16,0256
103	18,1731	16,9551	17,5923
119	17,7885	14,1667	20,0000
131	17,3397	15,8013	21,4744
144	19,6474	17,0192	14,1667
157	18,2692	17,8846	12,1474
170	17,0833	16,6667	15,7372

Registro estadístico de Índice de plasticidad para epidermis adaxial

DDDF	Pamplona	Chitagá	Pamplonita
33	0,1277	,1038	,2377
47	0,2038	,1308	,2962
61	0,2215	,2308	,2592
72	0,2238	,2054	,2769
87	0,2269	,2708	,2523
103	0,2562	,2792	,3200
119	0,2115	,1431	,2969
131	0,2338	,2754	,3946
144	0,2977	,3415	,3831
157	0,2454	,2854	,2831
170	0,2515	,2400	,2938

Registro estadístico de . Grosor en micras del parénquima de empalizada de tres localidades de la Provincia de Pamplona sujetas a un factor ecoambiental (altitud)

DDDF	Pamplona	Chitagá	Pamplonita
33	60,9936	60,0641	76,0897
47	67,2436	58,9423	67,9808
61	94,8718	72,2436	75,4487
72	99,4231	87,0192	84,4551
87	87,5000	78,6218	80,2564
103	80,6090	76,1538	81,9231
119	90,2564	81,8910	92,1795
131	84,6795	76,4423	81,2500
144	83,9744	84,0705	81,3141
157	85,2564	87,9487	93,1731
170	78,8462	83,6538	95,6731

Registro estadístico de Índice de plasticidad para parénquima de empalizada

DDDF	Pamplona	Chitagá	Pamplonita
33	0,0462	,1154	,1954
47	0,1808	,1669	,2554
61	0,1608	,2438	,1685
72	0,1738	,2823	,1723
87	0,1392	,2192	,1615
103	0,1962	,2108	,1938
119	0,1846	,1885	,2054
131	0,1823	,2485	,2815
144	0,1792	,1669	,2369
157	0,1654	,2454	,2438
170	0,2023	,1815	,2000

Registro estadístico de Grosor en micras del parénquima esponjoso

DDDF	Pamplona	Chitagá	Pamplonita
33	40,9295	41,9872	56,6667
47	45,9295	40,8013	47,4038
61	59,9359	48,7821	54,9679
72	61,2821	53,7500	52,6282
87	69,4872	46,5385	60,3526
103	50,1603	54,1026	64,6474
119	58,3654	59,1987	66,3462
131	62,1154	54,5513	59,5192
144	59,0064	58,9423	64,5513
157	58,3333	57,8526	72,6923
170	49,8718	63,4936	69,5513

## Registro estadístico de Índice de plasticidad para parénquima esponjoso

DDDF	Pamplona	Chitagá	Pamplonita
33	0,0738	,1031	,2208
47	0,1677	,2400	,2062
61	0,2077	,2400	,2062
72	0,2985	,2908	,2162
87	0,3038	,2862	,1592
103	0,2308	,2892	,2046
119	0,2046	,2262	,2585
131	0,2377	,2715	,3485
144	0,2177	,2985	,2562
157	0,1962	,2423	,2123
170	0,2123	,2085	,2931

## Registro estadístico de Grosor en micras de la epidermis abaxial

DDDF	Pamplona	Chitagá	Pamplonita
33	8,9744	8,7500	12,3077
47	10,5769	9,6795	11,2179
61	13,8141	12,5962	10,8333
72	19,3269	12,9487	11,7308
87	14,1026	12,7244	13,4295
103	14,3910	12,2756	13,3013
119	13,8462	12,3718	13,8462
131	13,8782	12,7885	14,3910
144	15,0641	12,6603	11,2179
157	14,4231	13,3974	10,2244
170	13,4615	12,8846	12,0833

## Registro estadístico de Índice de plasticidad para epidermis abaxial

DDDF	Pamplona	Chitagá	Pamplonita
33	0,1092	,1100	,2046
47	0,1769	,1308	,1554
61	0,1669	,1269	,2515
72	0,2415	,1646	,2477
87	0,1215	,1515	,2462
103	0,2169	,1700	,1531
119	0,1577	,1892	,1631
131	0,1477	,1862	,3315
144	0,2069	,1654	,2431
157	0,1308	,1554	,1746
170	0,1708	,1377	,3108

## Registro estadístico de Grosor de la hoja

DDDF	Pamplona	Chitagá	Pamplonita
33	121,0256	120,5449	159,6474
47	136,3462	121,6346	141,0897
61	186,4744	148,8141	154,9679
72	197,5321	169,9679	164,4872
87	189,2949	154,0385	170,0641
103	163,3333	159,4872	177,5641
119	180,2564	167,6282	192,3718
131	178,0128	159,5833	176,6346
144	177,6923	172,6923	171,2500
157	176,2821	177,0833	188,2372
170	159,2628	176,6987	193,0449

## Registro estadístico de Índice de plasticidad para grosor de la hoja

DDDF	Pamplona	Chitagá	Pamplonita
33	0,3527	0,9076	0,1553
47	0,1376	0,1215	0,2215
61	0,1261	0,1907	0,1423
72	0,1823	0,2200	0,1415
87	0,2000	0,1800	0,1184
103	0,1915	0,1892	0,1315
119	0,1384	0,1407	0,1823
131	0,1607	0,1753	0,2615
144	0,1615	0,1600	0,2007
157	0,1215	0,1861	0,1638
170	0,1500	0,1546	0,1184

Anexo C. Cortes longitudinales realizados por los autores en el laboratorio de fisiología vegetal de la Universidad de Pamplona

Foto Pamplonita muestreo 11 – Corte transversal de la hoja del duraznero variedad Amarillo Jarillo



Foto Pamplonita muestreo 5 Corte transversal de la hoja del duraznero variedad Amarillo Jarillo

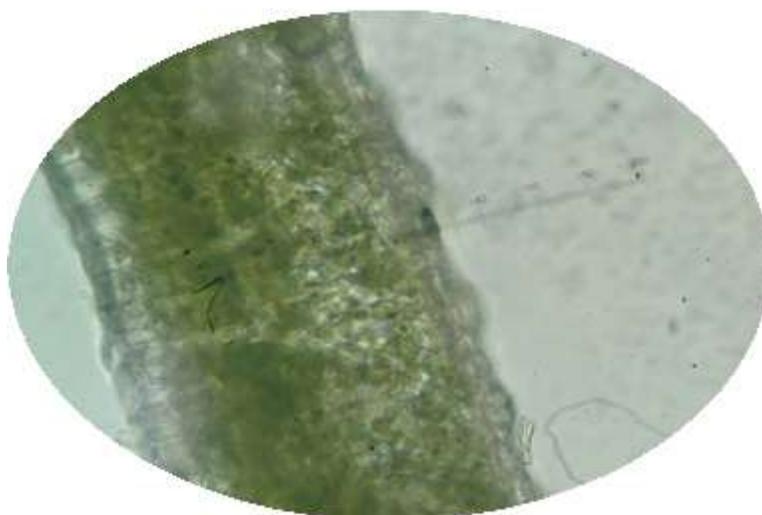


Foto Pamplona muestreo 11 - Corte transversal de la hoja del duraznero variedad Amarillo Jarillo

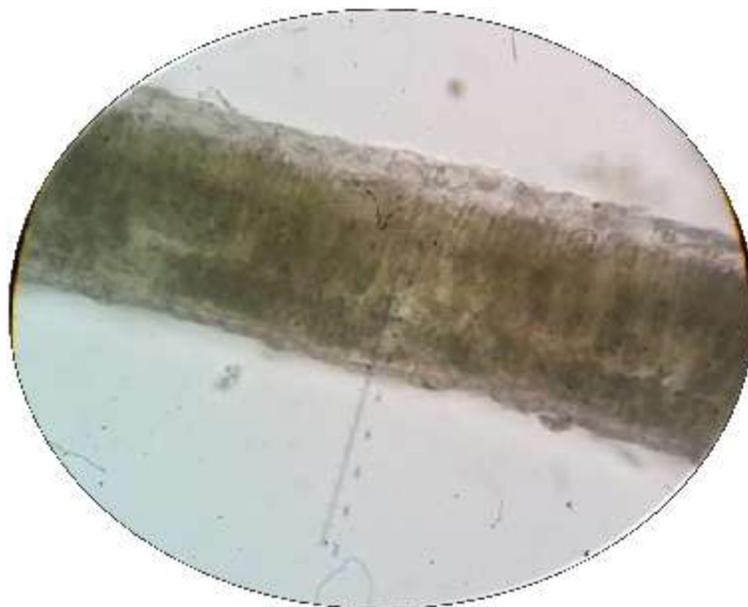


Foto Pamplona muestreo 5 - Corte transversal de la hoja del duraznero variedad Amarillo Jarillo

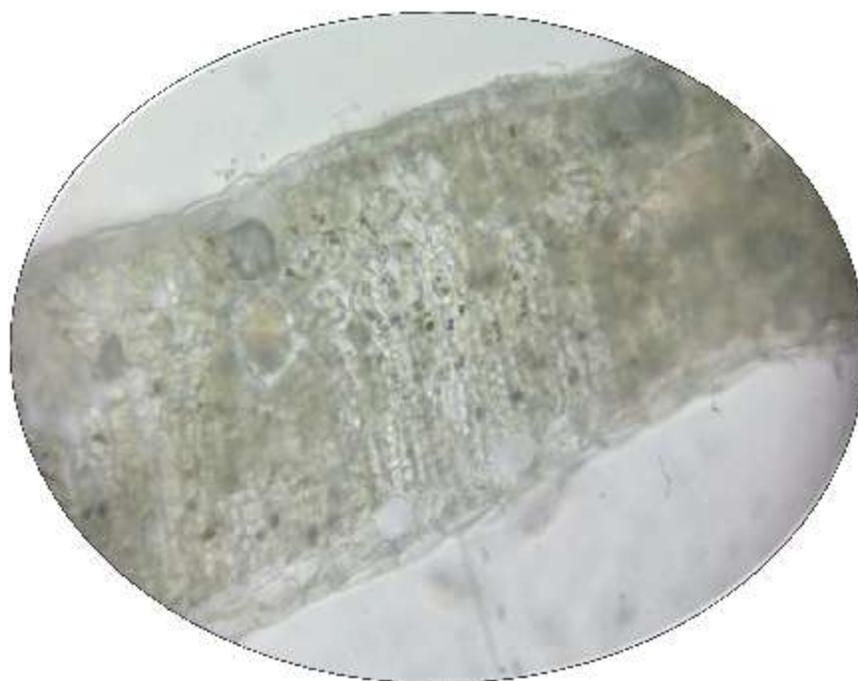


Foto Chitagà muestreo 11 - Corte transversal de la hoja del duraznero variedad Amarillo Jarillo

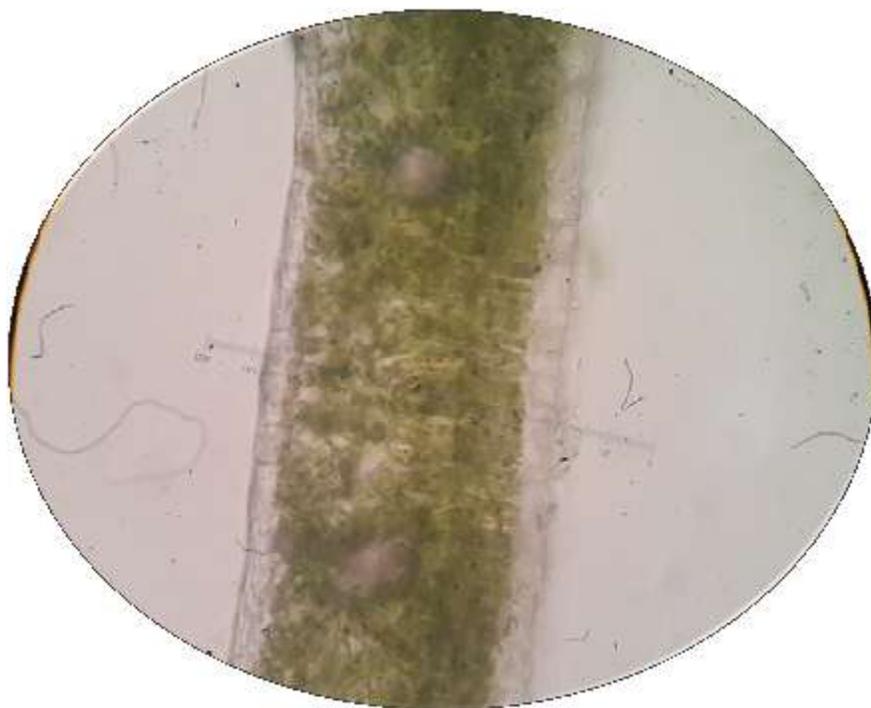


Foto Chitagà muestreo 5 - Corte transversal de la hoja del duraznero variedad Amarillo Jarillo

