

EVALUACIÓN FENOLÓGICA DE HÍBRIDOS DE LULO CASTILLA (*Solanum quitoense* L)
EN DOS AMBIENTES DE CULTIVO EN LA ECORREGIÓN EJE CAFETERO DE
COLOMBIA

FERNEY SERNA MARULANDA

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE AGRONOMÍA
CENTRO COMUNITARIO DE ATENCIÓN VIRTUAL CCAV EJE CAFETERO
2017**

**EVALUACIÓN FENOLÓGICA DE HÍBRIDOS DE LULO CASTILLA (*Solanum
quitoense* L) EN DOS AMBIENTES DE CULTIVO EN LA ECORREGIÓN EJE
CAFETERO DE COLOMBIA**

FERNEY SERNA MARULANDA

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero
Agroforestal**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
MANUEL FRANCISCO POLANCO PUERTA
Ingeniero agrónomo. EsP. MSc. PhD.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE AGRONOMÍA
CENTRO COMUNITARIO DE ATENCIÓN VIRTUAL CCAV EJE CAFETERO**

2017

Notas de aceptación

Firma presidente del jurado

Firma jurado

Firma jurado

Armenia, 2017

Dedicatoria

Dedico este logro como profesional inicialmente a Dios quien me fortalece he ilumina todos los días para lograr mis sueños, a mis padres y hermanos que han estado pendientes a que perseveré y no desmalle hasta conseguirlo, a mi abuelo Javier quien estuvo presente cuando inicie esta carrera, hasta cuando empecé mi trabajo de grado, quien luego partió de este mundo y hoy no está para compartir este logro, a quienes me orientaron he instruyeron en la elaboración del proyecto.

Agradecimientos

A Dios por la fortaleza y perseverancia otorgada hasta culminar este objetivo.

A mi familia quienes siempre estuvieron conmigo incondicionalmente, sin importar cuanto me tardara en culminar este ciclo de formación como profesional.

Al doctor Manuel Francisco Polanco, Docente de la Escuela de Ciencias Agrarias Pecuarias y del Medio Ambiente de la UNAD CCAV Eje Cafetero y asesor de este trabajo

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

A todos los que de forma directa o indirecta formaron parte de este proceso desde su inicio, hasta su culminación.

Resumen

Esta investigación busca analizar el comportamiento fenológico con base en la temperatura, de la F1 del cruce recíproco de lulo la selva por lulo castilla bajo dos ambientes diferentes, ambos cruces fueron plantados bajo los ambientes de luz y sombra, para así poder determinar el comportamiento de cada cruce según el ambiente de desarrollo, esto permite mirar cuál de los dos cruces presenta mejor adaptación en ambos ambientes, reflejados con el desarrollo en la parte vegetativa, reproductiva y productiva de cada material. Los resultados obtenidos permiten conocer el comportamiento fenológico de cada cruce e identificar las características morfoagronómicas que requiere para su desarrollo, permitiendo así una mejor planificación de los cultivos y la selección de los materiales indicados que corresponden a la ecología de cada zona de producción. El propósito de conseguir estos resultados fenológicos en un material nuevo, es que los agricultores planten los materiales adecuados en sus parcelas, obtengan excelentes resultados productivos y que puedan planificar mejor sus calendarios agrícolas según cada etapa de desarrollo del cultivo. Determinar la caracterización fenológica y evaluar las etapas de desarrollo de los materiales de lulos según su ambiente de cultivo, son de gran relevancia para la implementación del cultivo de lulo, ya que el agricultor no se apoyaría desde lo empírico y por lo contrario tendrá el soporte técnico para el manejo efectivo de su cultivo. Finalmente los resultados obtenidos de esta investigación tiene el propósito que los pequeños agricultores del eje cafetero y del orden nacional, puedan acceder a esta información, ya que son estos pequeños productores quienes carecen de conocimientos técnicos para el cultivo de lulo, esto los pone en desventaja productiva frente a los granadés productores que pueden acceder más fácil a los conocimientos técnicos para la producción en las diferentes zonas donde se encuentran las plantaciones de lulo en Colombia.

Palabras clave: fenológico, recíproco, morfoagronómico, caracterización, ambiente, técnico.

Abstrac

This research seeks to analyze the phenological behavior based on temperature, from the F1 of the reciprocal crossing of lulo jungle by lulo castilla under two different environments, both crosses were planted in two environments that are light and shade, in order to determine the behavior of each crossing according to the development environment, this allows us to see which of the two crosses has better adaptation in both environments, reflected with the development in the vegetative, reproductive and productive part of each material. The obtained results allow knowing the phenological behavior of each crossing and identifying the morph agronomic characteristics that it requires for its development, thus allowing a better planning of the crops and the selection of the indicated materials that correspond to the ecology of each production area. The purpose of achieving these phenological results in a new material is that farmer's plant the appropriate materials in their plots, obtain excellent productive results and that they can better plan their agricultural calendars according to each stage of crop development. Determine the phenological characterization and evaluate the stages of development of the lulo materials according to their culture environment, are of great relevance for the implementation of the lulo crop, since the farmer would not be supported from the empirical and on the contrary will have the support technique for the effective management of your crop. Finally, the results obtained from this research have the purpose that the small farmers of the coffee axis and the national order can access this information, since it is these small producers who lack technical knowledge for the cultivation of lulo, this puts them at a disadvantage productive in front of the grenades producers that can accede easier to the technical knowledge for the production in the different zones where are the plantations of lulo in Colombia.

Key words: phenological, reciprocal, morph agronomic, characterization, environment, technical.

Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Justificación	16
2. Definición del problema	18
3. Objetivos.....	19
3.1 Objetivos Generales	19
3.2 Objetivos Específicos.....	19
4. Marco Referencial	20
4.1 Manejo Agronómico	20
4.2 Condiciones agroecológicas del lulo	25
4.3 Características de la especie.....	25
4.4 Taxonomía	26
4.5 Desarrollo y estados fenológicos	26
4.6 Afectaciones Fisiológicas	27
4.7 Afectaciones por incidencia de plagas y enfermedades.....	29
4.7.1 Gusano perforador del fruto (<i>Neoleucinodes elegantalis</i>).....	29
4.7.2 Trips o bicho candela	30
4.7.3 Picudo de la flor	30
4.7.4 Ácaros	31
4.7.5 Nematodo del nudo	31
4.8 Sistemas de Propagación.....	31
4.8.1 Propagación por semilla o propagación sexual.	32
4.8.2 Propagación vegetativa o propagación asexual.	32
4.8.3 Propagación por Estacas.	32
4.8.4 Propagación por injertos.	33
4.8.5 Propagación in vitro o cultivo de tejidos (Meristemos).....	33
5. Materiales y métodos.....	35
5.1 Localización	35

5. 2 Material Vegetal.....	36
5.3 Materiales.....	37
5.4 Diseño Experimental.....	38
5.5 Descriptores morfoagronómicos empleados.....	39
5.5.1 Etapa vegetativa.....	39
5.5.2 Etapa reproductiva.....	39
5.5.3 Etapa productiva.....	40
5.5.4 Cosecha.....	40
5.5.5 Tiempos térmicos.....	40
5.6 Análisis de la información.....	41
6. Resultados y Discusión.....	42
6.1 Condiciones Climáticas.....	42
6.1.1 Temperatura (°C).....	42
6.1.2 Brillo solar (BS).....	43
6.1.3 Precipitación (mm).....	44
6.1.4 Humedad relativa (HR).....	45
6.1.5 Diferencia entre ambiente sombra y luz con relación a (T), (HR), (P) y (BS).....	46
6.2 Desarrollo y características morfoagronómicas de la planta.....	47
6.2.1 Altura de la planta.....	47
6.2.3 Diámetro del fruto.....	48
6.2.4 Caracteres morfológicos y agronómicos de la planta.....	50
6.2.5 Análisis área foliar para la caracterización de ambientes, cruzamientos y ambientes por cruzamientos.....	54
6.2.6. Análisis de correlación con todos los descriptores.....	56
6.2.7 Determinación de tiempo en días que tarda cada etapa de desarrollo fenológico de las plantas, por cruzamientos y por ambientes.....	58
6.2.8 Determinación de tiempos térmicos o unidades de calor requeridas por cada etapa fenológica, por cruzamientos y por ambientes.....	59
7. Conclusiones.....	62
8. Recomendaciones.....	63
Anexos.....	68

Lista de Tablas

Tabla 1. Etapas fenológicas del cultivo de lulo Sol	27
Tabla 2. Cronograma de actividades.....	35
Tabla 3. Mapa de campo.....	38
Tabla 4. Análisis de Varianza para los descriptores relacionados con las etapas vegetativa, reproductiva y productiva de dos cruzamientos de lulo en dos ambientes diferentes	51
Tabla 5. Promedios de Tukey entre dos cruces de lulo, para los descriptores relacionados con las etapas vegetativa, reproductiva y productiva de dos cruzamientos de lulo en dos ambientes diferentes.....	53
Tabla 6. Variable dependiente con los cuadros medios del área foliar para ambientes, cruzamientos y ambientes por cruzamientos	54
Tabla 7. Matriz de correlación	56
Tabla 8. Análisis descriptivo para los tiempos fenológicos que tardo cada planta en días, durante las etapas vegetativa, reproductiva, productiva y cosecha, según ambientes y cruzamientos, días después de la siembra (DDS).....	58
Tabla 9. Análisis descriptivo para determinar los tiempos o unidades de calor requerido en las etapas vegetativa, reproductiva, productiva y cosecha, según ambiente y cruzamiento	59

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Cultivo a exposición directa a luz	36
Figura 2. Cultivo con sombra natural	37

Lista de Gráficas

	Pag.
Grafica 1. comportamiento de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) máxima, media y mínima, durante todo el año 2013.....	42
Grafica 2. Comportamiento mensual del brillo solar (w/m^2) máxima y media, durante todo el año 2013.....	44
Grafica 3. Comportamiento mensual de la precipitación ($\text{mm}/\text{año}$) durante todo el año 2013... ..	45
Grafica 4. Comportamiento mensual de la humedad relativa (%) máxima, media y mínima, durante todo el año 2013.....	45
Grafica 5. Análisis de crecimiento de las plantas del cruce recíproco de <i>Solanum quitoense</i> lam con <i>Solanum hirtum</i> x <i>Solanum quitoense</i> lam semana en dos ambientes.....	47
Grafica 6. Análisis del desarrollo del tallo de plantas del cruce recíproco de <i>Solanum quitoense</i> lam con <i>Solanum hirtum</i> x <i>Solanum quitoense</i> lam semana en dos ambientes.....	48
Grafica 7. Análisis del desarrollo del fruto de plantas del cruce recíproco de <i>Solanum quitoense</i> lam con <i>Solanum hirtum</i> x <i>Solanum quitoense</i> lam semana en dos ambientes.....	49
Gráfica 8. Representación de cruzamientos para tamaño área foliar en dos ambientes.....	
Grafica 9. representación del número de hojas por semana para cruzamiento por ambientes	51

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo 1. Tablas 3a, 3b y 3c	68
Anexo 2. Tabla para la recolección de datos en campo.....	69

Introducción

El lulo es una especie de la familia de las solanáceas, ampliamente distribuida en la cordillera de los Andes, crece de manera espontánea en el sotobosque (Lobo, 2000 citado por Medina, C., et al, 2006). Su cultivo se adelanta principalmente en Perú, Ecuador, Colombia, Panamá, Costa Rica y Honduras (Gobernación del Huila, 2006). Esta especie produce una fruta con alta demanda en los mercados nacionales e internacionales dadas sus características y propiedades nutricionales (ICA, 2011). En Colombia se cultivan a plena exposición solar, las variedades: *S. quitoense* (sin espinas), *S. quitoense* septentrional (con espinas) y el híbrido “La Selva” obtenido a partir del cruzamiento del lulo de perro (*Solanum hirtum*) con el lulo de castilla (*Solanum quitoense*) (ICA - Corpoica, 1999). (Citado por DANE, 2015)

Ante la necesidad que los campesinos productores de lulo en el departamento de Risaralda, planten materiales nuevos que satisfagan sus necesidades y a su vez la exigencia del consumidor, surge la idea de realizar esta investigación basada en la caracterización y comportamiento fenológico con base en la temperatura, con dos materiales que se obtiene mediante el cruce recíproco de lulo la selva, un material mejorado obtenido por la hibridación entre el lulo de castilla (*Solanum quitoense* L) por el lulo de perro (*Solanum hirtum*). Lo anterior permite estudiar y describir los diferentes eventos fenológicos que se dan en cada etapa de desarrollo y su interacción con el ambiente. El análisis y los resultados obtenidos de esta investigación serán determinantes para la caracterización agronómica del cultivo.

La caracterización fenológica del material obtenido de la F₁ del cruce recíproco de lulo la selva por lulo castilla, es un indicador de gran importancia que permite determinar sucesos del cultivo, como el comportamiento en cada etapa de formación y desarrollo de los materiales en los ambientes luz y sombra. Ello permite una mejor planificación para cada etapa de desarrollo, como requerimientos bioclimáticos, calendarios agrícolas, zonificación agroclimáticas etc.

Los resultados obtenidos en este trabajo permitieron conocer el comportamiento fenológico y los caracteres morfoagronómicos más importantes de los híbridos obtenidos, determinando el ambiente más adecuado para el cultivo y el manejo que debe darse en cada una de sus etapas de desarrollo.

1. Justificación

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria, ENA (DANE, 2015):

Durante el año 2014 en Colombia se obtuvo una producción de 33.522 toneladas de lulo, con rendimientos promedios de 9,6 toneladas por hectárea al año. El departamento de Antioquia es el principal productor con 10.477 toneladas que corresponden al 31,25% de la producción total, seguido por los departamentos del Huila, Cundinamarca y Santander, entre otros. (p.2.)

La promoción de los cultivos de lulo y mora hacen parte de la consolidación de la cadena frutícola de Risaralda. La apuesta es coherente con las oportunidades de crecimiento que ofrecen los mercados local, regional y nacional, conformados principalmente por las agroindustrias establecidas en el Valle del Cauca, Caldas, Antioquia y Risaralda, así como por las comercializadoras internacionales de Pereira, Bogotá y Medellín.

En general, el cultivo de lulo en Colombia se encuentra en zonas cafeteras, es de carácter minifundista y el promedio de plantas por agricultor no sobrepasa las 1000 plantas. Los niveles tecnológicos son limitados, no se realizan análisis de suelos y las fertilizaciones se realizan en forma empírica según criterios individuales; el riego se realiza generalmente con sistemas rudimentarios por aspersión (CIAT, 2007). (Citado por Muñoz, 2011, p.7.)

Según lo citado anteriormente, el lulo en el departamento de Risaralda presenta gran tendencia a la incrementación de estos cultivos, por causa de la demanda del producto en los mercados regionales, nacionales e internacionales. El lulo ha formado parte de la economía de pequeños agricultores en esta zona, pero las limitantes técnicas sobre la fenología del cultivo afecta su producción, por ello es necesario continuar investigando y así avanzar en el mejoramiento técnico del lulo. La transferencia de conocimiento morfoagronómico y fenológico de cultivo lulo, debe incluir a todo el sector productor de este frutal.

Para tal propósito se obtuvo un material nuevo, mediante el cruce recíproco de lulo castilla (*Solanum quitoense* Lam.) x lulo la selva, para ser llevado a campo y allí determinar la caracterización fenológica de ambos materiales, en dos ambientes diferentes y también determinar el tiempo en días y los requerimientos térmicos requeridos durante las etapas vegetativa, reproductiva, productiva.

Es de suma importancia adelantar investigaciones sobre el manejo fenológico en los cultivares de lulo, debido a la diversidad biológica que presentan los diferentes materiales en el territorio nacional. Tener identificados los requerimientos ambientales del material por cultivar, facilita la zonificación según el tipo de lulo, evitando que se planten materiales en zonas con problemas de adaptación; generando la pérdida de los cultivos de forma parcial o total al desconocer los requerimientos fenológicos del mismo. Cuando el productor conoce esta información sobre el cultivo puede planificar mejor las labores agronómicas, introducir materiales nuevos, implementar el cultivo etc. Todo lo anterior mejora la producción y aumenta los ingresos.

2. Definición del problema

La explotación frutícola se desarrolla en un marco de heterogeneidad de regiones, diversidad de especies y modelos productivos, lo cual trae consigo una gran cantidad de limitaciones de orden técnico en la producción, manejo y pos cosecha de cultivos como es el caso del lulo. Uno de los problemas prioritarios, común a todas las especies frutícolas, es la precaria zonificación asociada con la falta de conocimiento sobre los sistemas de producción, la oferta ambiental de los nichos actualmente utilizados y los requerimientos de los cultivos. El lulo al igual que toda especie vegetal tiene sus propias exigencias y rangos de tolerancia respecto de los diferentes factores ambientales y socioeconómicos, lo que hace que se limite su área de distribución a aquellas zonas que presenten ventajas comparativas y competitivas, además...el incipiente desarrollo del cultivo del lulo como especie cultivada y el poco conocimiento sobre sus requerimientos agronómicos, hacen que la información al respecto sea precaria (Muñoz, 2011, p.40).

Los materiales de lulo que se plantan en el departamento de Risaralda y el eje cafetero, carecen de información relacionada con el comportamiento fenológico que requiere el cultivo según la ecología de la zona, de igual forma el tiempo que tarda y los requerimientos térmicos que requiere cada etapa de desarrollo.

En Risaralda los campesinos productores de lulo vienen realizando sus cultivos de forma tradicional, carentes de conocimientos técnicos sobre las condiciones ambientales que requieren los materiales acerca de la zona donde se va cultivar.

El propósito es conseguir un material nuevo de lulo caracterizado fenológicamente, que le permita al agricultor satisfacer sus niveles de producción y calidad.

3. Objetivos

3.1 Objetivos Generales

Caracterización fenológica de la generación de la F₁ del cruce recíproco de lulo castilla (*Solanum quitoense* Lam.) por el cultivar lulo la selva en dos ambientes de cultivo.

3.2 Objetivos Específicos

Determinar la duración de las diferentes etapas de desarrollo fenológico del material F₁ del cruce recíproco de lulo la selva por el lulo castilla, cv. Larga vida.

Evaluar el comportamiento morfoagronómico de los híbridos obtenidos del cruce recíproco de lulo la Selva por lulo castillo cv Larga Vida.

4. Marco Referencial

4.1 Manejo Agronómico

Según investigaciones realizadas por Franco y colaboradores (1998) en el departamento de Caldas y Aguirre y colaboradores (2006) en el Oriente Antioqueño reportaron una productividad mayor con el cv. La Selva, a plena exposición solar, en comparación con la siembra bajo sombrero. Lo anterior apoya la hipótesis planteada por Lobo (2002, 2004) que el proceso de hibridación interespecífica realizado con la especie silvestre *Solanum hirtum* para la obtención del cv. La Selva condujo a adaptación a plena exposición solar. Aguirre y colaboradores (2006) también comunicaron en su estudio un desarrollo morfológico mejor de las plantas del cv. La Selva entre 55% y 100% de irradiación, en comparación con materiales con y sin espinas, los cuales exhibieron desarrollo superior en niveles de irradiación de 55%, en estudios llevados a cabo en Antioquia. (Medina, Lobo y Martínez, 2009, p.173)

Gordillo y Rengifo (2003), en una investigación llevada a cabo en Versalles (Valle del Cauca), desarrollaron ecuaciones de predicción para el área foliar, con base en el largo y ancho máximo de la hoja; los autores encontraron que el lulo 'La Selva' presentaba menor tamaño de las hojas y mayor número de éstas en comparación con el lulo 'Castilla', lo que se atribuyó a un efecto compensatorio del área foliar requerida para abastecer las necesidades de fotoasimilados. (Citado por Medina, Martínez, Lobo y Vargas, 2008)

Benítez y colaboradores (1998), como resultado de un estudio del desarrollo del área foliar en el Valle del Cauca, concluyeron que los periodos de renovación de las estructuras foliares del lulo son afectados por los cambios en el área foliar y que estos son producidos por variaciones en el número de láminas foliares y el tamaño de éstas. Los investigadores, señalaron que cada hoja pasa por un periodo de elongación de la lámina, con modificaciones permanentes en el área foliar, lo que depende del estado fitosanitario de la

planta, las cosechas anteriores y la disponibilidad de elementos nutritivos minerales presentes en la solución del suelo.

...Hernández y Martínez (1993) realizaron un estudio fenológico en lulo en San Francisco, Cundinamarca; indicaron que el inicio de la fase reproductiva ocurrió a los 98 días después de la siembra, con la aparición del primer cojín reproductivo en la planta; el segundo cojín se presentó a los 14 días del primero y luego se produjeron cada 14 a 21 días. En el estudio se encontró que el desarrollo total del fruto dura alrededor de 126 días y que a partir de este momento se inicia el proceso de maduración, el cual dura alrededor de dos semanas, tiempo en el que las bayas adquieren los atributos requeridos para su consumo.

Medina y colaboradores (2004) encontraron, en poblaciones de lulo con y sin espinas bajo condiciones del Oriente Antioqueño, que la fase reproductiva comenzó a los 100 días después del trasplante y finalizó con la cosecha de los frutos maduros. Afirman que la medida en tiempo de las etapas ontogénicas hay que referenciarla con el ambiente, el genotipo y las interacciones entre estos factores, por lo que es recomendable reportar éstas con base en variables fenológicas como unidades de calor, precipitación e irradiación acumuladas.

Hernández y Martínez (1993) estudiaron el crecimiento de las bayas de lulo en San Francisco, Cundinamarca; encontraron que el desarrollo de éstas se ajustó a modelos logarítmicos-polinomiales de cuarto grado ($R^2 = 0,98$), para crecimientos longitudinal y transversal. Indicaron que durante la primera etapa del crecimiento del fruto se obtuvo la mayor velocidad de desarrollo, la cual se redujo posteriormente y una subsiguiente reactivación del crecimiento durante un corto tiempo.

La altura de la planta fue estudiada por Benítez y colaboradores (1998) en el Valle del Cauca y Medina (2003) en el Oriente Antioqueño, con materiales de lulo con y sin espinas variedades botánicas *septentrionale* y *quitoense* (Whalen *et al.*, 1981), en

condiciones de plena iluminación. Los autores encontraron que el material sin espinas tendía a ser más alto que el de con espinas. Al respecto, Lobo (2000) indicó que los genotipos con espinas, por ser más primitivos, se desarrollan mejor en condiciones de sombrero, por ser el hábitat en el que se encuentran en forma espontánea.

En relación con estudios de crecimiento y desarrollo, Medina y colaboradores (2004) en una experimentación realizada con dos materiales de las variedades botánicas *septentrionale* y *quitoense* (con y sin espinas) en condiciones de plena exposición solar, en el Oriente Antioqueño, señalaron que los patrones de crecimiento se ajustaron a modelos sigmoides, típicos de los seres vivos, con mayor ajuste por parte del ecotipo sin espinas, el cual tiene una mayor adaptación a condiciones de iluminación. En otra investigación realizada bajo malla polisombra en Cajicá, Cundinamarca, Cruz y colaboradores (2007) indicaron que el curso del crecimiento de las hojas, el tallo principal, los racimos, y la tasa de producción de hojas y de botones florales se ajustaban a modelos exponenciales y lineales.

Medina (2003) evaluó el desarrollo del tallo en ecotipos de las variedades botánicas *septentrionale* y *quitoense*, en Rio negro, Antioquia; la autora encontró un comportamiento sigmoidal para el curso del diámetro de tallo, registrado a 50 centímetros de suelo en los dos ecotipos, lo que la condujo a indicar que la planta busca establecer un sistema adecuado de soporte no sólo en altura, sino también en cuanto a envergadura del tallo, para evitar volcamiento y sostener y exponer una superficie foliar adecuada para la captura de la luz y la realización del intercambio gaseoso (CO₂, O₂ y vapor de H₂O). (Medina, et. al., 2009, p.7-8)

Santacruz (2004) sembró 24 plantas de lulo *Solanumquitoense* Lam con el fin de determinar tiempo de germinación, días a la aparición de hojas nuevas y de los primeros botones florales, días a aparición de las primeras flores y los primeros frutos, días a apertura floral, entre otras. El tiempo a germinación de las semillas fue de 10 a 12 días, con un porcentaje de germinación de 52%; la aparición de hojas nuevas varió un promedio de 16,9 días después de la siembra (dds); la aparición de los primeros botones florales fue de

127,3 dds, la aparición de las primeras flores 135,4 dds y los primeros frutos aproximadamente a los 155,3 dds; los frutos tardaron en madurar de 56 a 64 días con 166 días de cosecha.

Pulido *et al.* (2008), construyó un modelo que describe el desarrollo fenológico de la planta de lulo en función del tiempo térmico; las variables estudiadas fueron: temperatura base requerida y duración de cada uno de los estados en términos de grados día. La temperatura base estimada fue 9,61°C para aparición de nudos, los grados días promedio para el intervalo de aparición de nudos fue de 74,5 °C. La temperatura base estimada para las fases del desarrollo de fruto fueron 1,21 °C aparición de botón floral; 10,01 apertura de botón floral; 9,42 °C cuajamiento de fruto y maduración de fruto 7,21; a partir de éstas, se calculó el tiempo térmico requerido para alcanzar cada una y se observó una relación directa entre el tiempo térmico acumulado y duración en días entre la aparición del botón y la cosecha del fruto. (Citado por Zuleta, 2013, p.17.)

Cano *et al.* (2008) y Bustamante *et al.* (2006) realizaron un estudio con dos accesiones de lulo, una del híbrido La Selva y otra de *Solanum quitoense*, con el fin de determinar la aparición de biomasa en condiciones de plena exposición solar. Identificaron tres fases importantes y similares en duración: vegetativa (V), que comprende los 100 días después de trasplante (DDT); reproductiva CARÁCTER, de floración a primera cosecha de frutos maduros (252 DDT), y la etapa productiva (P), que se observó hasta los 364 DDT que se llevó la investigación. (Citado por Zuleta, 2013, p.16.)

Las publicaciones sobre la especie no citan variedades específicas (Chacón *et al.*, 1996), con algunas excepciones. Así, Calvo (1972) reportó recomendaciones sobre la siembra de las variedades ‘San Martín’, ‘castilla’, ‘titiribí’, ‘llanero’ y ‘silvestre’, sin indicar la zona de adaptación de éstos y, Comunagro (2003) incluyó como variedades adaptadas al Huila, los materiales ‘liso’, ‘espinoso’, ‘la selva’ y ‘chonto morado’, las que exhiben pulpa verde o “aguapaneluda” (amarillenta). Pastrana (1998) formuló como criterios para la selección de

materiales para la siembra, la demanda del producto, con preferencia de aquellos ácidos, con pulpa verde, por su menor oxidación, en comparación con los de pulpa amarillenta.

El único material mejorado distribuido en el país es el cultivar La Selva, el que exhibe adaptación a plena exposición solar, períodos de cosecha prolongados, alta capacidad productiva, atributos adecuados para el procesamiento, oxidación menor de los jugos (Bernal *et al.*, 1998) y resistencia a *Meloidogyne incognita*, raza 2 (Bernal *et al.*, 1998) y a *Fusarium oxysporum* (Tamayo *et al.*, 2002b). (Citado por Medina, et. al., 2009, p. 170.)

Con lulo se han realizado actividades de premejoramiento en el país, relacionadas con domesticación y ampliación de la base genética del taxón (Lobo, 2004, 2006). Realizó un proceso de domesticación, a partir de una hibridación interespecífica entre *Solanum hirtum* y *S. quitoense* hecha por el profesor Charles Heiser de la Universidad de Indiana, lo que produjo adaptación a plena exposición solar y condujo a la entrega del cv. La Selva, luego de retrocruzamientos hacia la especie cultivada (Bernal *et al.*, 1998). Lobo y colaboradores (2002) iniciaron un proceso de ampliación de la base genética del lulo a través de cruzamientos interespecíficos entre 5 demes de *Solanum hirtum* y 10 poblaciones de *S. quitoense*, con retrocruzamientos hacia el taxón cultivado. (Medina, et. al., 2009, p.169)

Se ha postulado que los intentos para establecer las zonas productivas del país, donde cada especie expresa mejor su potencial genético, generalmente no incluyen estudios ecofisiológicos básicos que permitan establecer una zonificación racional dirigida a lograr la máxima eficiencia en el uso de los recursos, proteger el suelo y el agua, y al desarrollo de una agricultura sostenible y competitiva (Fischer, 2000; Gómez et al., 2005). La investigación sobre parámetros fisiológicos del lulo es relativamente reciente y está relacionada con: efectos de la irradiación lumínica, desarrollo foliar y relación fuente-vertedero; área foliar; etapas fenológicas; altura y diámetro del tallo de la planta; crecimiento y desarrollo, y estudios bioquímicos y del intercambio gaseoso.

Adicionalmente, hay otra serie de informaciones sobre el tema que carecen de respaldo de estudios o que no los citan. (Medina, et. al., 2009, p.172)

4.2 Condiciones agroecológicas del lulo

El cultivo del lulo se adapta y desarrolla muy bien en terrenos ubicados en alturas sobre el nivel del mar entre 1.300 a 2.200 metros, con temperaturas de 14 a 18°C, precipitación anual de 1.500 a 2.200 milímetros de agua, humedad relativa o del ambiente alrededor del 80%, brillo solar de 4 a 6 horas diarias, pendiente menor del 40% y suelos, con; textura Franca – F, Franco arenosa – FA o Franco Arcillosa – Far, moderadamente profundos de 50 a 75 centímetros, bien drenados y ligeramente ácidos con pH de 5,5 a 6,5 (Muñoz, 2011, p.47.).

4.3 Características de la especie

El lulo pertenece a la familia Solanaceae, la cual tiene cerca de 70 géneros con más de 2.000 especies, sin embargo son pocas las utilizadas por el hombre (Segovia, 2002). El género Solanum con aproximadamente 1.200, especies es el Más grande y extensamente distribuido de la familia, pertenece a la sección Lasiocarpa, que comprende 13 especies (Whalen et al. 1981, citado por Lobo, 2000^a). (Citado por Muñoz, 2010, p. 20.)

El lulo es una planta herbácea, con tallos de color café a verde claro, tallo principal de 30 a 70 cm de largo y grosor de 2,0 a 6.0 cm. El punto de salida de las ramas secundarias se denomina mesa de formación y su aparición marca el inicio de la floración. Se generan 4 a 7 ramas secundarias, para tener plantas de 1, 2 a 2,5 m de altura, Las hojas presentan tres estados de madurez: hojas basales grandes, coráceas y de color verde oscuro, las de la zona media de menor tamaño y de color verde claro, las apicales pequeñas de color lila, con muchas vellosidades, todas dentadas, una hoja pueden alcanzar 0.2 m de área foliar. Hay

materiales con mayor concentración de antocianinas presentando hojas verde-moradas. Las flores se agrupan en racimos de hasta 10 flores y su desarrollo es escalonado en el tiempo.

La planta es andromóica, presentando flores hermafroditas en la parte proximal de las inflorescencia y masculinas en la porción distal (Miller y Digle, 2003). El cuajado de frutos inicia en el octavo a décimo mes y hay materiales que se pueden cosechar por más de 2 años. Los frutos son redondeados, achatados u ovalados, con diámetro entre 4,0 y 6,5 cm y con color amarillo a naranja en su cáscara y pulpa amarilla a verde, contiene gran número de semillas (400-1000) estas son fotoblásticamente positivas y exhiben fotolatencia (Cárdenas *et al*, 2004). Una planta puede tener una producción de 2 kg por cosecha, generalmente maduran de uno a seis frutos por racimo. (Muñoz, 2010, p.20.)

4.4 Taxonomía

Reino: Vegetal.

Subreino: Espermatofhyta.

División: Angiosperma.

Subdivisión: Dicotiledónea.

Clase: Simpétal

Subclase: Pentacíclica.

Orden: Tubiflorales.

Familia: Solanáceas.

Género: Solanum

Especie: Solanumquitoense Lam.

Variedades: quitoense (sin espina)

Quitoense septentrional (con espinas)

4.5 Desarrollo y estados fenológicos

El ciclo biológico cambia con el genotipo y con los factores ambientales, esto quiere decir, que las plantas del mismo genotipo sembradas bajo diferentes condiciones climáticas pueden presentar diferentes estados de desarrollo después de transcurrido el mismo tiempo cronológico, por esto el uso de escalas fenológicas permiten realizar prácticas culturales en etapas de

desarrollo determinado, García, 2003 estimó la duración en días para las diferentes fases por las que pasan las plantas de lulo hasta llegar a producción. (Tabla 1)

Tabla 1.

Etapas fenológicas del cultivo de lulo Solanum quitoense Lam

Etapas	Tiempo en días
Días a germinación	
Semillero a trasplante	105
Trasplante a yema floral	120-130
Yema floral a apertura de flor	30-35
Apertura de flor a formación de frutos	7-15
Formación de frutos a iniciación de madurez	80-90
Iniciación de madurez a madurez completa	18-

Fuente: García, 2003

4.6 Afectaciones Fisiológicas

El desarrollo fenológico se encuentra afectado por factores abióticos y bióticos. Dentro de estos, la temperatura en los organismos poiquiloterms tiene una gran incidencia, incrementando su duración cuando esta es baja y aumentando en caso contrario. Las unidades de tiempo fisiológico se denominan en grados día (dd, por sus siglas en inglés) y corresponden a unidades del tiempo fisiológico que se calculan en términos de temperatura acumulada en un tiempo específico sobre un umbral de temperatura que tarda un organismo poiquiloterms, una planta por ejemplo, en completar una etapa fenológica determinada (Gutiérrez, 1996). (Citado por Cruz, Acosta, Cure y Rodríguez, 2007)

Dependiendo de las condiciones medioambientales a las cuales se vea sometido el cultivo del lulo, se determina su expresión genotípica; un ambiente libre de condiciones de estrés contribuye al logro de altos rendimientos y mejores calidades en la producción.

Caso contrario, en condiciones de estrés medioambientales se favorece el desencadenamiento de una serie de trastornos fisiológicos en las plantas. Es así como, la absorción de agua y de nutrientes minerales necesarios para los procesos metabólicos, se ven interrumpidos por efectos de la sequía o del estrés hídrico e igualmente se da el cierre de las estomas, lo que impide el ingreso de CO₂ a la hoja y por tanto se interrumpe la fotosíntesis. Lo anterior puede generar: marchitez permanente; menor transporte de foto sintetizados 2; reducción del crecimiento radical, implicando menor absorción de agua y nutrientes minerales lo que afecta el desarrollo y crecimiento de órganos como yemas, flores y frutos. En resumen, La disfunción fisiológica causada por el estrés medioambiental severo o el ataque de insectos, precede y contribuye a la muerte de los árboles. De otra parte, bajo condiciones de sequía o déficit de humedad en el ambiente como en el suelo, es probable la ocurrencia de heladas que pueden llegar a quemar las flores, frutos recién cuajados, nuevos brotes y hojas, afectando drásticamente la producción (Fischer, G. 2005).

...Por su parte, el adecuado suministro de nutrientes minerales asegura la expresión del potencial genético de las plantas, permitiendo el desarrollo óptimo del cultivo; en periodos de estrés hídrico la reducida disponibilidad de agua condiciona igualmente la disponibilidad de nutrientes, generando deficiencias nutricionales que afectan los procesos fisiológicos y por tanto las etapas fenológicas del cultivo del lulo (Vargas, M et al 2009). (Citado por DANE, 2015, p.2-3.)

...En este sentido, se exponen los posibles daños que se presentan, por la carencia de algunos de los nutrientes:

Nitrógeno. La baja presencia de nitrógeno (N) en la solución nutritiva del suelo genera retardos en el crecimiento, defoliación o caída de las hojas de manera prematura, formación de tallos delgados y baja producción de flores (Botía y Medina, 2002; Ramírez 2003 citado por Vargas, M et al 2009).

Azufre. El azufre (S), ha resultado ser particularmente importante en el lulo para la formación de la clorofila y para el llenado de la raíz.

Calcio. La carencia de calcio (Ca), afecta la etapa reproductiva del lulo, dado que se reduce; la translocación de carbohidratos a los órganos reproductivos y se reduce el llenado de los frutos.

De otra parte, se reportan que el lulo es muy susceptible a las deficiencias en boro (B), magnesio (Mg) y manganeso (Mn), mientras que la ausencia de micro elementos como el cinc (Zn) y molibdeno (Mo) no causa alteraciones significativas en el crecimiento de esta planta (Vargas, M et al 2009).

Cabe anotar que, el nitrógeno (N) es un elemento de ocurrencia baja en los suelos, siendo necesaria su adición mediante la incorporación de materia orgánica compostada o la aplicación a través de fuentes como los fertilizantes simples o compuestos; Urea 46%, 15-15-15 o 10-30-10, entre otros productos disponibles en el mercado. Ante la escasez de agua es recomendable la aplicación de fertilizantes para el suministro de nutrientes mediante un sistema de riego por goteo, el cual demanda bajos volúmenes de agua. (DANE, 2015, p.3.)

4.7 Afectaciones por incidencia de plagas y enfermedades

4.7.1 Gusano perforador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*). Plaga de enorme importancia en el cultivo de lulo debido a las grandes pérdidas económicas que ocasiona, llegando a causar daños hasta del 90% de la producción de la fruta. Esta plaga afecta específicamente cultivos de solanáceas, como; tomate, berenjena, pepino cohombro, tomate de árbol y papa, incluido el lulo.

El adulto del gusano perforador del fruto es una polilla de color blanco hialino, cuya hembra deposita hasta ocho huevos sobre el cáliz de los frutos con 45 a 60 días de desarrollo; momento en el que estos son más susceptibles al ataque. Los huevos

permanecen durante 5 a 7 días, tiempo después del cual eclosionan o nacen las larvas de color crema, las que penetran de inmediato el fruto perforando un pequeño orificio que cicatriza rápidamente, dejando una depresión de aspecto de una espinilla en la corteza.

Las larvas se alimentan de la parte interna del fruto durante 14 a 25 días, dejando un daño en la pulpa a manera de galerías e induciendo la caída de los frutos atacados de donde salen para continuar en el suelo, con su ciclo de vida. (Corpoica, 2007 e ICA, 2011). (Citado por DANE, 2015, p.5)

4.7.2 Trips o bicho candela

Agente causal: Thrips sp. (Thysanoptera: Thripidae)

Síntomas y daños: En el envés las hojas las lesiones al comienzo son áreas blanquecinas que después se vuelven cobrizas y se secan. En el tallo aparecen partes opacas, corchosas y un acortamiento de los entre nudos, en frutos pequeños se pueden observar áreas oscuras que detienen el crecimiento del fruto, si el estado del fruto es más desarrollado se presentan manchas que dan el aspecto de un fruto deshidratado. (Franco, Bernal, Giraldo, Tamayo, 2002, p. 52).

4.7.3 Picudo de la flor

Agente causal: Anthonomus sp (Coleóptera: Curculionidae)

Síntomas y daños: Atacando flores de lulo se han encontrado, dos especies, una de color negro y otra de azul oscuro brillante. Su característica principal es que los adultos presentan partes bucales proyectadas en forma de pico. El adulto realiza el daño en la flor, dejando puntos de color oscuro en los pétalos, ovarios y estigmas que causan el secamiento y caída de las flores, en consecuencia se reduce la producción. En ataques severos puede afectar las hojas jóvenes. (Franco, Bernal, Giraldo, Tamayo, 2002, p. 54).

4.7.4 Ácaros

Agente causal: *Tetranychus cinnabarinus*, *T. urticae* (Acari Teranychidae); *Polyphagotarsonemus latus*. (acari, Tarsonemidae).

Síntomas y daños: Raspan la epidermis de la lámina foliar por haz como por el envés principalmente de las hojas viejas chupando la savia de la planta dando un color café rojizo o cobrizo característico de la parte acatada como también un manchado de los frutos. El ataque de la plaga comienza en el borde de la hoja hacia adentro, que trae como consecuencia un arrugamiento de la hoja; la especie *Polyphagotarsonemus* ocasiona daños en los puntos de crecimiento, botones florales y frutos, en los tallos tiernos son presentan zonas ásperas y corchosas de color café claro de ahí que se denomine (La Mona) los frutos pequeños se momifican y los más grandes se disminuye el tamaño manchándose la cáscara del fruto. Todas las especies de ácaros, aumentan las poblaciones en épocas de altas temperaturas y por ende hay un mayor daño en las partes infectadas.

4.7.5 Nematodo del nudo

Agente causal: *Meloidogyne* sp.

Síntomas y daños: Los síntomas característicos del ataque de los nematodos del género *Meloidogyne* es la presencia de nódulos en las raíces de tamaños y formas variadas, lo que trae como consecuencia plantas que carecen de vigor sus hojas son pequeñas, la parte foliar más vieja es amarilla y en días secos se presenta una marchites temporal.

4.8 Sistemas de Propagación

El lulo se puede propagar en forma sexual (por semilla) y asexualmente (por estacas, injertos, rebrotes y yemas o por meristemas para la multiplicación in vitro).

4.8.1 Propagación por semilla o propagación sexual. Este tipo de propagación permite la combinación de genes que conducen a la formación de nuevos individuos, originando plantas de características diferentes a los padres, esto facilita la supervivencia de la especie cuando las condiciones del medio ambiente son desfavorables.

Las plantas obtenidas por semilla tienen un sistema de raíces más desarrollado y vigoroso que las obtenidas por métodos vegetativos.

Este sistema es recomendado para el lulo de Castilla, pero no se recomienda para el lulo “La selva”, porque éste último es un híbrido y aunque su semilla puede germinar, las plantas resultantes no garantizan la calidad y uniformidad de los materiales que se quieren propagar; el material se degenera.

4.8.2 Propagación vegetativa o propagación asexual. Consiste en sembrar trozos de tejidos vegetales, tomados de la planta madre. Esta propagación se caracteriza por la reproducción de toda la información de la planta progenitora y por esto las plantas propagadas son idénticas a la “planta madre”.

Con este sistema se propaga cualquier material de lulo, tanto de variedades como híbridos, pero se debe emplear especialmente en estos últimos.

4.8.3 Propagación por Estacas. Una estaca es cualquier porción de una planta que se utiliza para propagarla. Para la propagación por estacas:

- Se emplean trozos de tallo procedentes de ramas semileñosas que se siembran directamente en el lote o estacas de ramas jóvenes que se llevan a bolsas; las estacas resultan de una poda de mantenimiento, de un cultivo que haya terminado su ciclo productivo o de “plantas madre”, se debe tener en cuenta que el material seleccionado sea sano.

- Se cortan las estacas de 20 cm de largo, con dos (2) a tres (3) yemas viables. Las estacas para la siembra se cortan de 20 centímetros de largo, con dos a tres yemas.

- Cuando la siembra es directa en el campo, se siembran en el hoyo dos (2) o tres (3) estacas colocadas horizontalmente, se cubren con tamo o con pasto seco para crear una cama húmeda y aumentar la temperatura, con el fin de activar inicialmente el crecimiento de brotes foliares y posteriormente el crecimiento de raíces.

- Las estacas de ramas jóvenes se siembran verticalmente en bolsas o en oasis, enterrando dos (2) de las tres (3) yemas; las bolsas se colocan en un almácigo para protegerlas de los rayos directos del sol.

4.8.4 Propagación por injertos. En lulo, se realizan injertos de púa terminal, para propagar vegetativamente plantas selectas, de las cuales se desea conservar sus buenas características. A estas plantas, además, el patrón les aporta resistencia o tolerancia a problemas fitosanitarios como los nematodos, y otras características como buena producción.

Las especies utilizadas como patrones son el *Solanum torvum* (friegaplatos), *S. umbellatum* y *S. marginatum* que son compatibles con la especie *Solanum quitoense*. Los injertos prenden mejor sobre patrones de *S. torvum* (friegaplatos).

4.8.5 Propagación in vitro o cultivo de tejidos (Meristemos). Esta técnica consiste en aislar una parte de la planta de lulo (meristemos) para propagarla en un medio de cultivo preestablecido y bajo condiciones higiénicas (asépticas).

La propagación de lulo con el sistema de meristemos o in vitro, es una alternativa que muestra ventajas en comparación con otros sistemas tradicionales. Permite en poco tiempo, propagar por clonación rápida, gran número de plántulas, bajo condiciones controladas, en poco espacio y con poca mano de obra.

Se producen materiales más sanos y fáciles de Transponer.

Plantas de lulo propagadas por el sistema in vitro o cultivo de tejidos.

Se multiplican aceleradamente plantas con características deseables.

Esta técnica se puede usar para multiplicar tanto lulo de Castilla como lulo “La selva “.

5. Materiales y métodos

Tabla 2

Cronograma de actividades

Actividades	2013												2014					2015					2016					2017																	
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	M	A	M	J	J	A	S	O	F	M	A	M	N	D	M	A	M	J	J	S	O	N	F	M	A	M							
Inicio																																													
Título del trabajo	■																																												
Objetivos	■																																												
Metodología a utilizar	■																																												
Elaboración ante proyecto	■																																												
Desarrollo actividades																																													
Siembra material vegetal		■																																											
Toma datos por descriptor		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																	
Consultas bibliográficas													■	■	■	■																													
Elaboración marco teórico																		■	■	■	■																								
Procesamiento datos tomados																					■	■	■	■	■																				
Análisis de la información																											■	■	■	■	■														
Envío avances de la investigación																																													
Cierre																																													
Elaboración informe																																													
Entrega primer borrador informe final																																													
Revisión y correcciones borrador																																													
Entrega del trabajo final																																													

NOTA: para la toma de datos en los descriptores a evaluar en cada planta por cruce, se dejó 5 horas cada sábado por semana, durante 11 meses.

Fuente: Elaboración propia

5.1 Localización

La investigación se realizó en un lote semiurbano de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, ubicado en el Municipio de Dosquebradas Risaralda, a una altura de 1460 m.s.n.m. temperatura promedio de 21 °C, una precipitación anual de 2200 mm y humedad relativa de 80%. La zona corresponde a Bosque muy húmedo premontano (bmh-PM).según la clasificación de zona de vida de Holdridge.

5. 2 Material Vegetal

Se evaluó las plantas de la generación F_1 del cruce recíproco de lulo la selva x castilla. Se plantaron cuando tenían una altura de 25 cm y 4 hojas, realizando un hueco de 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad y adicionando 400 gr de cal y 30 gr de micorrizas. 11 plantas de cada cruce fueron sembradas en un lote a plena exposición solar, para un total de 22 plantas en ambiente luz y 51 plantas de cada cruce se sembraron bajo sombrío, para un total de 102 plantas en ambiente sombra, total plantas llevadas a campo en ambos ambientes 124. En la figura 1 y 2 se puede apreciar los dos ambientes de cultivo de las plantas de lulo de esa investigación y las plantas seleccionadas para la toma de datos en cada cruce. (Tabla 3, color rojo)



Figura 1. Cultivo a exposición directa a luz

Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Cultivo con sombra natural

Fuente. Elaboración propia

5.3 Materiales

Material vegetal. Se evaluaron 30 de las 124 plantas F_1 del cruce recíproco de lulo castilla x la selva llevadas a campo, 24 de ellas en el ambiente sombra, 12 para castilla x selva y 12 para selva x castilla, y las otras 6 en ambiente luz, con 3 plantas por cada cruce. Los padres de la selva y castilla fueron plantados y cruzados en la misma área donde se realiza esta investigación.

Datos meteorológicos. Los datos climatológicos requeridos para esta investigación fueron tomados de la estación meteorológica mundo nuevo.

5.4 Diseño Experimental

Las plantas F_1 se sembraron bajo un diseño completamente en dos ambientes diferentes y dos tratamientos para un total de 124 plantas. Los tratamientos consistieron en las plantas segregantes F_1 del cruce de lulo castilla x lulo la selva y de lulo la selva x lulo castilla. Se realizó análisis descriptivo para cada uno de los caracteres agronómicos, tomando la información de 15 plantas de cada tratamiento, quedando 12 plantas en ambiente sombra para ambos cruces y 3 plantas en ambiente luz para ambos cruces. Se realizó seguimiento, toma de datos y registró de los mismos por tratamiento cada 7 días. Se tomaron datos de los siguientes descriptores morfo agronómicos cuantitativos: altura planta, diámetro del tallo, volumen del fruto, número de hojas x semana, número de botones x cojín, número de cojines, número de frutos x racimo, número de racimos y área foliar. (Ver anexo 2)

Tabla 3.

Mapa de campo

Ambiente 1 (Sombrío)						Ambiente 2 (Plena luz)			
CASTILLA X SELVA EN SOMBRA			SELVA X CASTILLA EN SOMBRA			CASTILLA X SELVA EN LUZ		SELVA X CASTILLA EN LUZ	
P1	P18	P35	P1	P18	P35	P1		P1	
P2	P19	P36	P2	P19	P36	P2		P2	
P3	P20	P37	P3	P20	P37	P3		P3	
P4	P21	P38	P4	P21	P38	P4		P4	
P5	P22	P39	P5	P22	P39	P5		P5	
P6	P23	P40	P6	P23	P40	P6		P6	
P7	P24	P41	P7	P24	P41	P7		P7	
P8	P25	P42	P8	P25	P42	P8		P8	
P9	P26	P43	P9	P26	P43	P9		P9	
P10	P27	P45	P10	P27	P44	P10		P10	
P11	P28	P46	P11	P28	P45	P11		P11	
P12	P29	P47	P12	P29	P46				
P13	P30	P48	P13	P30	P47				
P14	P31	P49	P14	P31	P48				
P15	P32	P50	P15	P32	P49				
P16	P33	P51	P16	P33	P50				
P17	P34	P52	P17	P34	P51				

Fuente: Elaboración propia

5.5 Descriptores morfoagronómicos empleados

5.5.1 Etapa vegetativa

Área foliar. Para determinar el área foliar, se tomó cada tercer hoja hasta la quinta hoja y se dibujaba el margen total de estas sobre láminas de hojas milimétricas y mediante fórmula matemática se haya el área cada hoja.

Tiempo en formar una hoja. Se tomó el tiempo en días desde cuando la hoja tenía posición plagiotrópica hasta su máximo desarrollo, se le realizo a cada tercera hoja en formación.

Altura planta. Se midió la longitud del tallo principal desde la base del tallo hasta la base apical de la planta.

Número de Hojas. Se contó el número de hojas totales que contenía semanalmente cada planta.

Diámetro del tallo. Se tomó la medida del diámetro con un pie de rey, a unos 15 cm de la base del tallo sobre el suelo.

5.5.2 Etapa reproductiva

Aparición primeros cojines florales: se tomó el tiempo en días, hasta que el 50% de las plantas presentó la aparición de los primeros cojines formados en su totalidad.

Numero de cojines florales. Se contaban los cojines nuevos que parecían cada 7 días.

Botones por cojín floral. Se contaron los botones que conformaban cada cojín floral nuevo totalmente desarrollado.

Aparición primera floración. Se contó el número de días desde que las plantas fueron establecidas en campo, hasta cuando el 50% de las plantas presentó sus primeras flores.

5.5.3 Etapa productiva

Aparición primeros frutos. Se tuvo en cuenta el número de días transcurrido desde floración, hasta cuando el 50% de los tratamientos presentaron sus primeros frutos en formación.

Número de racimos. Se contaron cada 7 días, los racimos nuevos que presentaba cada material.

Frutos por racimo. Se contaban los frutos que conformaban cada racimo nuevo.

Diámetro del fruto. Se selecciona un fruto en formación para cada planta, a este se le midió sobre el eje ecuatorial su diámetro con un pie de rey, hasta cuando maduro.

5.5.4 Cosecha. Tiempo que tardo el fruto en días desde su llenado, hasta maduración: se cuantifica el número de días, desde aparición del fruto a día de maduración.

5.5.5 Tiempos térmicos. Para la estimación de tiempos térmicos por fase, se tomaron los datos de la estación meteorológica mundo nuevo, la cual pertenece a la red hidroclimatologica del departamento de Risaralda, ubicada cerca al municipio de Dos Quebradas y del sitio del experimentó.

La fórmula empleada para determinar los tiempos térmicos fue la siguiente:

$$T.T = \sum \{(T_{\max} + T_{\min}) - T_b\} 2$$

En donde:

T.T= Tiempo térmico (°C)

T max: Temperatura máxima (°C)

T min: Temperatura mínima (°C)

Tb.: Temperatura base, para este estudio se empleara una temperatura base de 8°C de acuerdo con Cruz *et al.* (2007).

5.6 Análisis de la información

Se realizó análisis descriptivo para cada uno de los caracteres cuantitativos al encontrar diferencias significativas en cada uno de los descriptores, se hizo una prueba de DUNCAN para determinar la variabilidad de los materiales.

Para el pool de variables conformado por los caracteres morfoagronómicos agrupados en los tres grupos, se efectuó un análisis de clúster vía análisis de componentes principales.

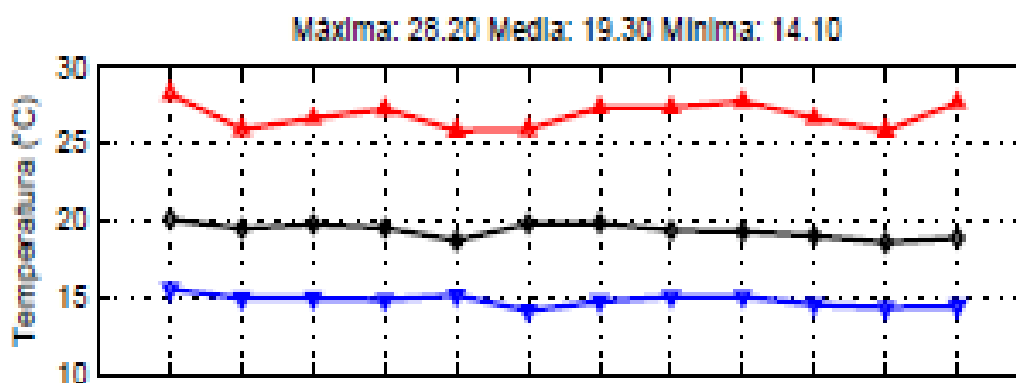
También se realizó un análisis factorial en el cual se enfatizaron los aportes porcentuales de cada una de las variables sobre los ejes factoriales.

6. Resultados y Discusión

6.1 Condiciones Climáticas

La investigación se realizó durante el mes de enero del 2013, hasta el mes de Diciembre del 2013. La información meteorológica fue tomada de la estación mundo nuevo, ubicada a 2 Kilómetros del lugar de la investigación.

6.1.1 Temperatura (°C). Durante este periodo, la temperatura promedio fue de 19.23°C, condición óptima para el cultivo, según (Citado por Meyer, 2010, p. 27.) “la temperatura optima es de 20°C, pero se obtienen resultados satisfactorios en el rango de 15 a 22°C”. La temperatura mínima fue de 14.68°C y la temperatura máxima fue de 26.78°C. El día de más baja temperatura fue el 1 de Junio con 14.10°C y el día con temperatura más alta es el 10 de Septiembre con 27.27°C. El Lulo de Castilla no soporta temperaturas inferiores a los 12°C, ni superiores a los 24°C, se debe tener en cuenta que esta especie no tolera heladas así sean de baja intensidad (Citado por Meyer, 2010, p. 27.)

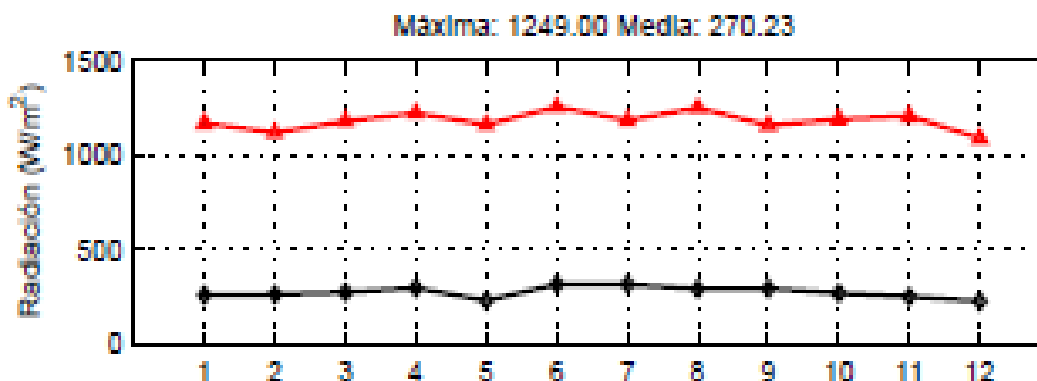


Grafica 1 comportamiento de la temperatura (°c) máxima, media y mínima, durante todo el año 2013

Fuente: Estación Mundo Nuevo

6.1.2 Brillo solar (BS). Se presentaron condiciones extremas muy mínimas con respecto a días excesivos de mínimas o máximas de horas luz para el cultivo, el BS más alto fue el día 28 de mayo con 7.07 horas luz, pero los días que le precedieron o antecedieron a esta fecha fluctuaron entre 3 y 4 horas luz día, el día de BS más bajo se dio el 21 de septiembre con 1.8 horas luz día, precediendo y antecediéndole días de entre 2,5 y 3.4 horas luz día, lo cual no registra descensos bruscos de la temperatura entre 1 o 0 horas luz día. Las variaciones bruscas del BS entre un día y otro pueden afectar el desarrollo de la planta, especialmente el llenado y formación del fruto. Las bajas temperaturas del suelo pueden afectar adversamente el crecimiento de la planta, por su efecto en la absorción del agua. Si la temperatura es alta y hay un exceso de transpiración, la planta puede sufrir daños por deshidratación de los tejidos. La cantidad de agua en el suelo también está influenciada por la temperatura, ya que en períodos calurosos ocurre una rápida evaporación del agua superficial del suelo (Taiz y Zeiger, 1999, p.69-70).

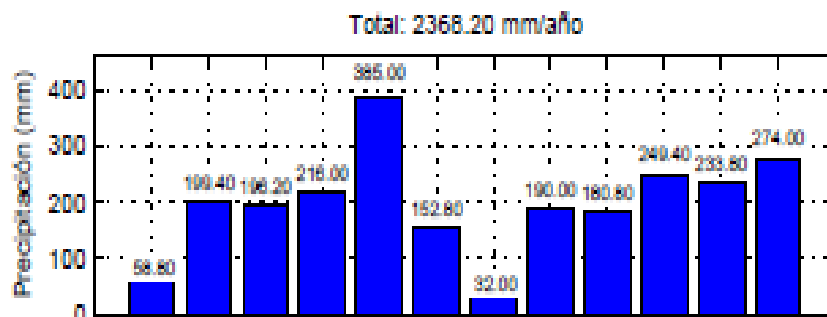
En los meses de marzo, abril, mayo, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, se presentaron entre 14 y 17 días por mes, donde la mayoría de horas luz día fue entre 3 y 3.9, teniendo como referencia que los requerimientos promedio de horas luz para el cultivo de lulo, según el (Manual Técnico del Cultivo de Lulo, 2006, p.9).”Es de entre 4 y 6 horas día según la etapa en que se encuentre”. El BS bajo pudo afectar de forma directa el buen desempeño del cultivo, pues según la fase de desarrollo en que se encuentre la planta así mismo es su exigencia de luz. De igual manera los meses restantes presentaron tendencias bajas de temperatura, los días de BS solar alto fueron en promedio entre 4 y 6 días por mes en su mayoría por debajo de 6 y por encima de 4 horas luz día. La temperatura afecta directamente funciones y procesos de la planta como: la fotosíntesis, la respiración, la permeabilidad de las membranas, la absorción de agua y nutrimentos, la transpiración, la actividad enzimática y la coagulación de las proteínas. Esta influencia se refleja en el crecimiento de la planta (Taiz y Zeiger, 1999) .La alta variación de BS entre días, también ocasiona daños fisiológicos como el cuarteamiento de frutos. En condiciones de alta luminosidad las concentraciones de sólidos solubles y las tasas del crecimiento del fruto y de la planta son elevadas, (Anónimo, 2002 citado por Fischer, 2005). (Citado por Zuleta, 2013, p.34.)



Grafica 2. Comportamiento mensual del brillo solar (w/m^2) máxima y media, durante todo el año 2013

Fuente: Estación Mundo Nuevo

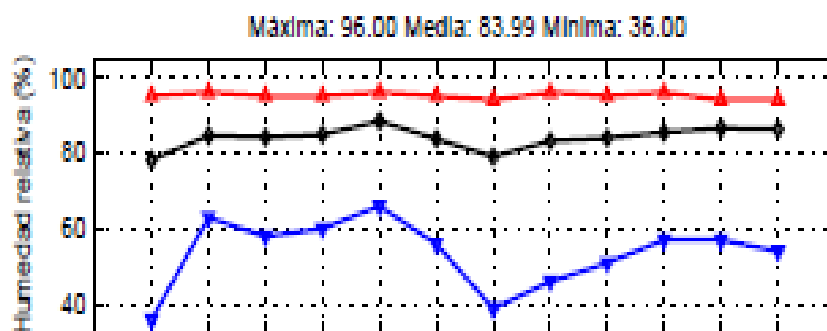
6.1.3 Precipitación (mm). La precipitación puede oscilar entre los 1500 y 3000 mm anuales en cultivos de lulo, siendo la óptima de 2500 mm, con buena distribución. Un periodo de tres semanas de sequía puede ocasionar caída de frutos. (Citado por Meyer, 2010, p. 27.) La precipitación durante el trabajo de campo fue 2309.4mm anuales y el mes más seco fue julio con 32 mm en 14 días y el mes más lluvioso fue mayo con 385 mm en 29 días. El comportamiento de la precipitación puede afectar el normal desarrollo de la planta de lulo, ocasionando en los dos casos estrés hídrico bien sea por déficit o exceso de agua en el suelo; este último conlleva a la ausencia de oxígeno, ocasionando en la mayoría de las plantas, asfixia celular a nivel radicular, perdiendo funcionalidad y provocando decaimiento y pérdida de la capacidad de absorción de nutrientes. Para el cultivo de lulo en etapa productiva, considerando un 55% de lluvia efectiva, para un suelo de textura franco arenosa con materia orgánica y en un rango altitudinal entre 1000 y 1500 msnm, el valor mínimo de lluvia necesario al mes es de 100 mm y el valor máximo de 205 mm. Las necesidades mínimas de lluvia son de 60 mm y las máximas de 113 mm. En el rango altitudinal de 1500 a 2000 msnm, para un suelo con igual estructura en etapa productiva, el requerimiento hídrico mínimo es de 90 mm y el máximo de 185 mm/mes. (Citado por Zuleta, 2013, p. 35-36.)



Grafica 3 Comportamiento mensual de la precipitación (mm/año) durante todo el año 2013.

Fuente: Estación Mundo Nuevo

6.1.4 Humedad relativa (HR). La humedad relativa promedio que se dio durante el periodo de trabajo de campo fue de 77.95 %. La HR recomendable para el cultivo de lulo oscila entre 75% y 85% Según, (Citado por Zuleta, 2013, p.36.) Solo el mes de julio estuvo por debajo del requerimiento con un 70.64% HR, recordemos que julio fue el mes más seco de todo el ciclo de investigación. La humedad relativa promedia fluctúa entre el 75 y 80%, condición que se debe tener en cuenta para el control preventivo de enfermedades fungosas en la época de humedad superior al promedio, situación que ocurre en la temporada lluviosa y está amarrada a la temperatura alta durante todo el año, lo cual dispara la proliferación de enfermedades fungosas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006, p.20).



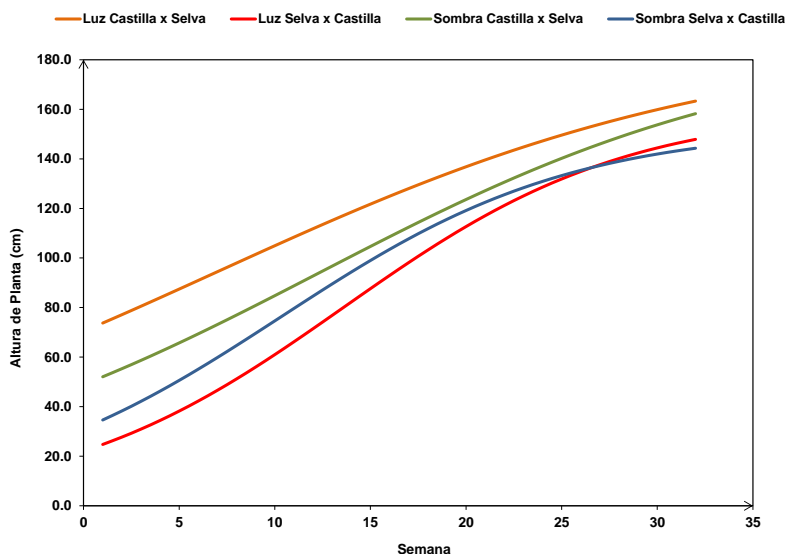
Grafica 4 Comportamiento mensual de la humedad relativa (%) máxima, media y mínima, durante todo el año 2013.

Fuente: Estación Mundo Nuevo

6.1.5 Diferencia entre ambiente sombra y luz con relación a (T), (HR), (P) y (BS). Con relación a la Temperatura (T), Humedad Relativa (HR), Precipitación (P) y Brillo Solar (BS), no se presentaron diferencias entre ambiente sombra y ambiente luz, ya que ambos cruces fueron plantados en la misma área, área que presenta las mismas condiciones ambientales en todo el sector. Cuando se habla de ambiente sombra y ambiente luz, estos se dieron de la siguiente forma: en ambiente sombra las plantas fueron sembradas junto a un bosque natural el cual ofrecía sombra desde un costado y el ambiente luz se dio sembrando las plantas en un área totalmente descubierta. (Ver figura 1 y 2)

6.2 Desarrollo y características morfoagronómicas de la planta

6.2.1 Altura de la planta. Con relación a altura planta se observa que el cruce con mayor altura es castilla x selva en el ambiente luz con 188.7 m, seguido por el mismo cruce en ambiente sombra con 188.1 m, siendo el cruce selva x castilla en ambos ambientes quien presenta el crecimiento más bajo con 160.3 m en ambiente luz y 152.7 m en ambiente sombra. De lo anterior se concluye que el material materno de lulo castilla expreso su carácter altura planta en ambos ambientes, de igual forma el lulo la selva conservo su carácter altura planta en el material materno al expresar una altura inferior al de castilla, se concluye que estos dos cruces no presentaron patrones diferentes de altura a la del material materno en ambos ambientes. (Ver Gráfica 5 y Anexo 1)

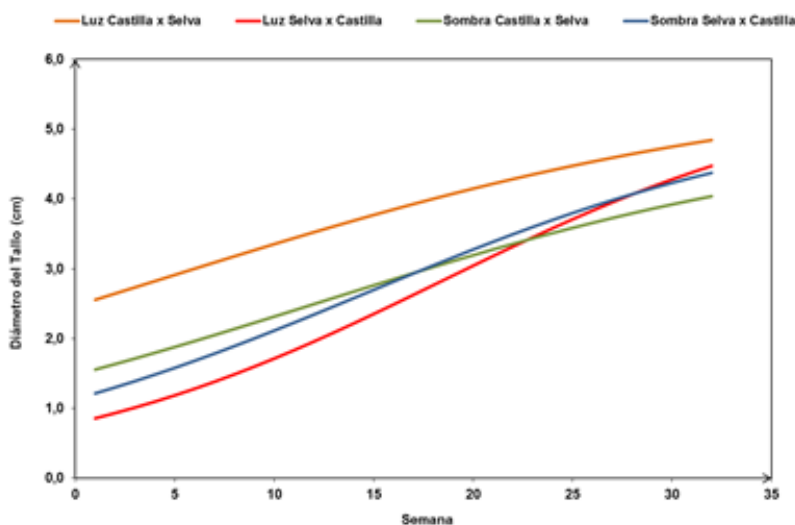


Grafica 5 Análisis de crecimiento de las plantas del cruce recíproco de *Solanum quitoense* lam con *Solanum hirtum* x *Solanum quitoense* lam semana en dos ambientes

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Diámetro del tallo. En cuanto al diámetro del tallo, el cruce castilla x selva en ambiente luz presenta el mayor diámetro con 5.7 mm, seguido de selva x castilla en ambiente luz con 5.6 mm, los diámetros más pequeños corresponden a selva x castilla con 5.3 mm y castilla x selva con 5.0 mm, ambos en ambiente sombra. Con relación al diámetro del tallo se da

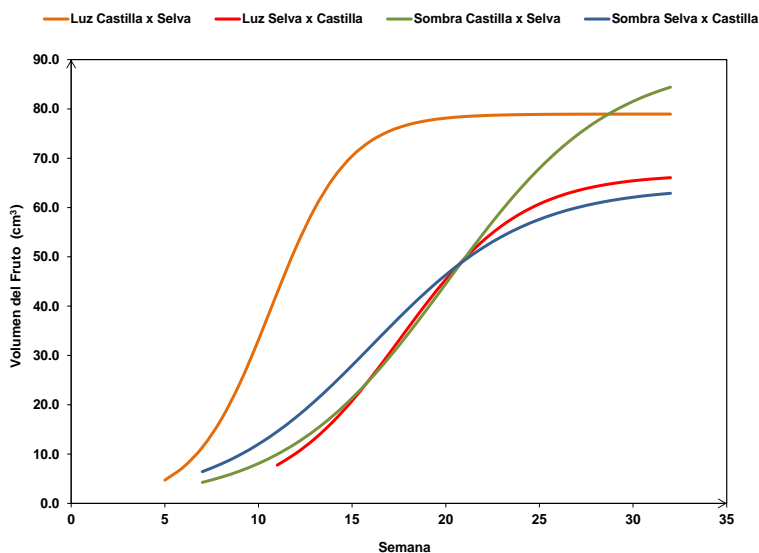
una situación atípica en ambos cruces, ya que en el ambiente luz el cruce selva por castilla supera en diámetro del tallo a castilla por selva en sombra y este mismo cruce presenta un diámetro del tallo inferior al de selva por castilla en sombra, se habla de atípico ya que el material materno de castilla es quien presenta mayor altura planta, por tanto a mayor altura mayor diámetro del tallo, debe darse una relación proporcional de crecimiento entre ambos caracteres. (Ver Gráfica 6)



Grafica 6 Análisis del desarrollo del tallo de plantas del cruce recíproco de *Solanum quitoense* lam con *Solanum hirtum* x *Solanum quitoense* lam semana en dos ambientes

Fuente: Elaboración propia

6.2.3 Diámetro del fruto. El cruce con mejor diámetro del fruto es castilla x selva con 89.9 mm en ambiente sombra, seguido de castilla x selva con 79.0 mm en ambiente luz. Selva x castilla en ambiente luz, como en ambiente sombra presentan el menor diámetro con 66.8 mm y 64.2 mm. En cuanto al diámetro del fruto se conservó la relación proporcional de crecimiento a altura planta en cada cruce, también permite evidenciar que castilla por selva presenta un mejor llenado del fruto en sombra, caso contrario para selva quien presenta un mejor llenado del fruto en luz. (Ver Gráfica 7)



Grafica 7 Análisis del desarrollo del fruto de plantas del cruce recíproco de *Solanum quitoense lam* con *Solanum hirtum* x *Solanum quitoense lam* semana en dos ambientes

Fuente: Elaboración propia

Las tablas 3^a, 3b y 3c permite concluir que el cruce castilla x selva muestra el mejor desarrollo para los descriptores altura planta y diámetro del fruto en ambos ambientes y el mejor diámetro del tallo en el ambiente luz, los mejores tamaños de crecimiento alcanzados para este cruce se dieron en el ambiente luz, estos resultados muestran que existe un efecto materno de parte del material Castillo que transmite una mayor altura a la planta, mayor diámetro al tallo en luz y un mayor tamaño del fruto en ambos ambientes, por lo que es más conveniente emplear este material como madre para la búsqueda de estos caracteres que son más sobresalientes agronómicamente. Finalmente selva por castilla obtiene el segundo mejor diámetro del tallo en el ambiente luz, superando el diámetro del tallo en castilla por selva, el cual genéticamente debería ser superior a selva por castilla. La calidad del modelo que se utilizó para cuantificar en términos porcentuales la variación y explicar los resultados fue constante, el cual está demostrado por el coeficiente de determinación el R^2 . (Ver Anexo 1)

6.2.4 Caracteres morfológicos y agronómicos de la planta. En las tablas 4^a y 4b se consignan los resultados del análisis de varianza para los descriptores relacionados con las etapas vegetativa, reproductiva y productiva.

Entre ambientes se observan diferencias estadísticas significativas para los descriptores número de hojas por semana, Área Foliar, número de cojines florales, numero de frutos por racimo y numero de racimos.

Entre cruzamientos se observan diferencias estadísticas significativas para los descriptores número de hojas por semana, Área Foliar, número de Cojines florales, numero de frutos por racimo y numero de racimos

En la interacción ambiente por cruzamiento se observan diferencias estadísticas significativas para los descriptores número de hojas por semana, numero de botones por cojin floral, número de cojines florales y numero de racimos.

En el análisis descriptivo que se dio entre ambientes y entre cruces, se presentaron diferencias significativas en los mismos cinco descriptores de los seis analizados, dos de la etapa vegetativa, uno de la etapa reproductiva y dos de la etapa productiva, el único descriptor que no presentó diferencias significativas fue número de botones por cojin floral. En la interacción ambiente por cruzamiento se presentan diferencias significativas en cuatro de los seis descriptores analizados, tres de los cuatro descriptores son los mismos del análisis anterior, uno de la etapa vegetativa, dos de la etapa reproductiva y uno de la etapa productiva, entre estos descriptores se encuentra número de botones por cojin floral, descriptor que en el análisis de ambientes y de cruzamientos no presentó diferencias significativas.

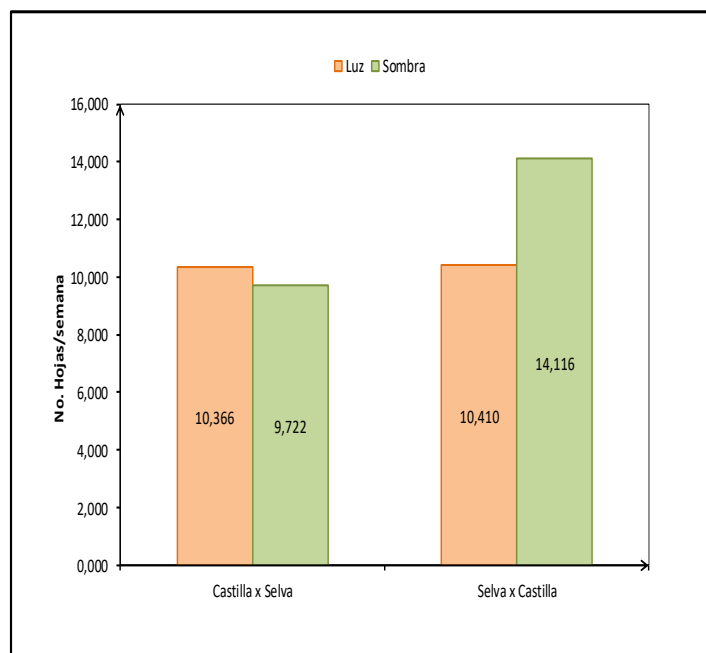
Tabla 4.

Análisis de Varianza para los descriptores relacionados con las etapas vegetativa, reproductiva y productiva de dos cruzamientos de lulo en dos ambientes diferentes

F.V.	Gli	No. Hojas/semana		Area Foliar (cm ²)		No. Botones/Cojín	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
Ambiente	1	0,3599	0,001	0,7004	0,000	0,5663	0,228
crusamiento	1	0,8729	<.0001	1,8324	<.0001	0,6116	0,257
Ambiente x Accesión	1	0,8343	<.0001	0,0952	0,120	5,1763	0,001
Promedio			11,4		86,1		9,6
CV (%)			15,0		10,2		19,8

F.V.	Gli	No. Cojines		No. Frutos/Racimo		No. Racimos	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
Ambiente	1	2,0349	0,000	1,1495	0,005	7,0373	<.0001
crusamiento	1	6,4931	<.0001	2,4271	<.0001	7,9488	<.0001
Ambiente x Accesión	1	0,4266	0,107	2,0023	<.0001	10,0494	<.0001
Promedio			2,9		2,2		4,6
CV (%)			17,4		16,6		22,5

Fuente: Elaboración propia



Grafica 8 representación del número de hojas por semana para cruzamiento por ambientes

Fuente: Elaboración propia

- Número de hojas por semana

Por ambientes muestra diferencias altamente significativas, por cruzamientos diferencias significativas entre datos. (Ver tabla 4). Al evaluar la fuente de variación ambiente con relación al número de hojas por semana se dieron dos grupos, el ambiente de sombra mantuvo el mayor promedio en número de hojas por semana. Por cruzamientos se dieron dos grupos, selva x castilla mantuvo el mayor número de hojas por semana con 14,1 y 10,4 hojas, castilla x selva mantuvo el menor número con 10,3 y 9,7 hojas. Según el análisis, el ambiente que requiere que las plantas presenten mayor número de hojas es sombra, esto obedece al poco contacto de las hojas con el sol, a más número de hojas más posibilidad de captar luz solar bajo sombrero. Selva por castilla presenta el mayor número de hojas, esto se debe a que sus hojas tienen el tamaño de la lámina más pequeño, captando menos luz solar para su proceso de fotosíntesis, lo que demanda la necesidad de producir más hojas. (Ver Gráfica 8)

Tabla 5. Promedios de Tukey entre dos ambientes, para los descriptores relacionados a las etapas vegetativa, reproductiva y productiva de dos cruzamientos de lulo en dos ambientes diferentes.

Ambiente	No. Hojas/semana		Area Foliar (cm ²)		No. Botones/Cojín	
	Promedio	Grupo de Tukey	Promedio	Grupo de Tukey	Promedio	Grupo de Tukey
Luz	10,4	b	75,9	b	9,2	a
Sombra	11,7	a	88,8	a	9,6	a

Ambiente	No. Cojines		No. Frutos/Racimo		No. Racimos	
	Promedio	Grupo de Tukey	Promedio	Grupo de Tukey	Promedio	Grupo de Tukey
Luz	2,5	b	1,9	b	3,8	b
Sombra	3,0	a	2,2	a	4,9	a

Nota: Dentro de una misma columna, promedios con la misma letra no difieren estadísticamente ($P > 0.05$)

Tabla 6.

Promedios de Tukey entre dos cruces de lulo, para los descriptores relacionados con las tapas vegetativa, reproductiva y productiva de dos cruzamientos de lulo en dos ambientes diferentes

cruzamiento	No. Hojas/semana		Area Foliar (cm ²)		No. Botones/Cojín	
	Promedio	Grupo de Tukey	Promedio	Grupo de Tukey	Promedio	Grupo de Tukey
Castilla x Selva	9,8	b	99,4	a	9,0	b
Selva x Castilla	13,3	a	74,5	b	10,2	a

cruzamiento	No. Cojines		No. Frutos/Racimo		No. Racimos	
	Promedio	Grupo de Tukey	Promedio	Grupo de Tukey	Promedio	Grupo de Tukey
Castilla x Selva	2,4	b	1,7	b	3,6	b
Selva x Castilla	3,5	a	2,6	a	5,7	a

Nota: Dentro de una misma columna, promedios con la misma letra no difieren estadísticamente ($P > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia

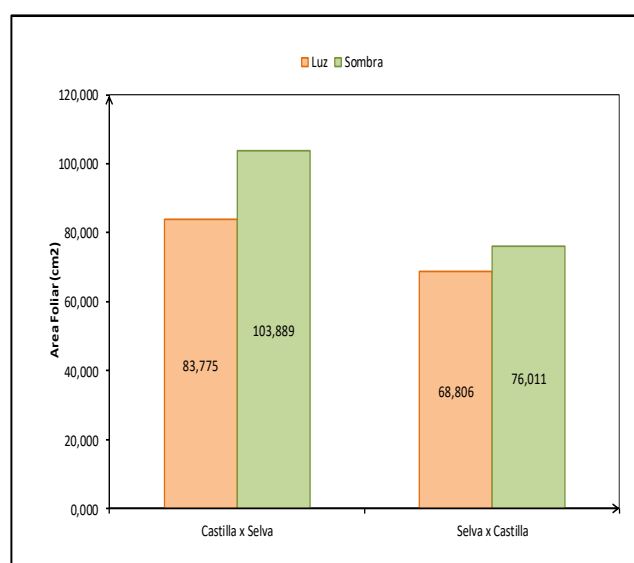


Gráfico 9. Representación de cruzamientos para tamaño área foliar en dos ambientes

Fuente: Elaboración propia

- Área foliar

Por ambientes entre datos presenta diferencias significativas débiles y por cruzamientos diferencias significativas. (Ver tabla 4). Comparando los promedios se dieron diferencias significativas por ambiente y por cruzamiento, diferenciándose dos grupos. Por ambientes fue en sombra donde se obtuvo el mayor área foliar. Por cruzamientos castilla x selva en ambos ambientes obtiene el área foliar más grande con 103,889 cm² en ambiente sombra y 83.775 cm² en ambiente luz. Selva x castilla presenta el área foliar más pequeña con 76.806 cm² en ambiente sombra y 68,806 cm² en ambiente luz. El ambiente sombra obliga a que el área foliar de la hoja sea mayor en ambos cruces, como efecto compensatorio para poder captar más energía a causa de la poca luz solar disponible bajo este tipo de ambiente. (Ver Gráfica 9)

6.2.5 Análisis área foliar para la caracterización de ambientes, cruzamientos y ambientes por cruzamientos. El área foliar es fundamental para el desarrollo de la planta y su caracterización fenológica, ya que el tamaño de la lámina de cada hoja incide directamente en la capacidad de fotosíntesis, transpiración, respiración y almacenamiento. El análisis muestra que por ambientes no hay diferencias significativas en el área foliar, mientras que por cruzamientos si hay diferencias significativas, mas ambientes por cruzamientos tampoco difieren estadísticamente. (Ver tabla 7)

Tabla 7.

Variable dependiente con los cuadros medios del área foliar para ambientes, cruzamientos y ambientes por cruzamientos

C.V	GL	CM	Pr > F
ambiente	1	608,5	0,279
cruzamiento	1	1423,7	0,024
ambiente x cruzamiento	1	144,6	0,32
promedio		88,3	
CV %		12	

Fuente: Elaboración propia

- Número de botones florales x cojín floral

Con relación a la fase reproductiva, el descriptor número de botones florales por cojin floral en ambientes, al comparar los promedios no hay diferencias significativas entre los datos. Por cruzamientos el mayor número botones florales lo presenta la selva x castilla en ambiente de sombra, seguido de castilla x selva en ambiente de luz. De tal manera que la Selva x castilla en ambiente luz seguida de castilla x selva en ambiente sombra presentan el menor número de botones. En este caso selva por castilla reacciona mejor en ambiente sombra en función a este descriptor de la parte reproductiva, contrario a castilla por selva que su mejor rendimiento es en ambiente de luz, el ambiente que continúa liderando el mejor desarrollo de las plantas es sombra.

- Numero de cojines florales por semana

Los cruzamientos difieren estadísticamente entre datos. (Ver tabla 4). Por ambientes el mayor número de cojines florales es para el ambiente sombra. Por cruzamientos la selva x castilla presenta el mayor número de cojines florales con 3,6 cojines florales en ambiente sombra y 2,8 cojines florales en ambiente luz. Castilla x selva presenta el menor número con 2,4 cojines florales en ambiente sombra y 2,1 cojines florales en ambiente luz. El cruce selva por castilla encontró condiciones ambientales ideales para la etapa reproductiva formación de cojines en ambiente sombra, pero también encontró condiciones favorables para la formación de cojines florales en ambiente luz. Ambos cruces obtuvieron sus mejores condiciones de formación de cojines florales en sombra.

- Numero de frutos por racimo

El descriptor número de frutos por racimo presenta diferencias altamente significativas por ambientes y diferencias significativas por cruzamientos. (Ver Tabla 4) Por ambientes el mayor número de frutos es para el ambiente sombra. Por cruzamientos selva x castilla presenta el mayor número de frutos en ambiente sombra, seguido en ambiente luz. El cruce castilla x selva presenta en ambos ambientes el menor número de frutos. En la etapa productiva el carácter número de frutos que forma cada racimo, el cruce selva por castilla es superior en el ambiente de

sombra y segundo mejor en ambiente luz, este cruce obtiene condiciones de desarrollo y adaptación para este descriptor en ambos ambientes. Una vez más ambos cruces fueron sobresalientes en rendimientos con relación número de frutos por racimo bajo el ambiente sombra.

- Numero de racimos

Por ambientes quien presenta el mayor número de racimos es ambiente sombra. Por cruzamientos selva x castilla mantuvo el mayor número de racimos con 2.7 racimos en ambiente sombra y 1.9 racimos en ambiente luz. Castilla x selva mantuvo el menor número con 1.8 racimos en ambiente luz y 1.7 racimos en ambiente sombra. El cruce selva por castilla una vez más es superior en la etapa productiva con número de racimos, dándose su mejor número de racimos en ambiente sombra, seguido por ambiente luz, continuo demostrando buenos resultados de producción en los dos ambientes. Ambos cruces encontraron las mejores condiciones para producir el mayor número de racimos en ambiente sombra.

6.2.6. Análisis de correlación con todos los descriptores

Tabla 8.

Matriz de correlación

Variables	Altura Planta	Diámetro Tallo	No. Hojas/Semana	No. Botones/Cojin	No. Cojines	No. Frutos/Racimo	No. Racimos	Diámetro Fruto	Area Foliar (cm ²)
Altura Planta	1,000								
Diámetro Tallo	0,995 <.0001	1,000							
No. Hojas/Semana	0,688 <.0001	0,664 <.0001	1,000						
No. Botones/Cojin	0,811 <.0001	0,763 <.0001	0,663 <.0001	1,000					
No. Cojines	0,856 <.0001	0,814 <.0001	0,740 <.0001	0,934 <.0001	1,000				
No. Frutos/Racimo	0,749 <.0001	0,699 <.0001	0,637 <.0001	0,911 <.0001	0,908 <.0001	1,000			
No. Racimos	0,845 <.0001	0,858 <.0001	0,621 <.0001	0,661 <.0001	0,734 <.0001	0,644 <.0001	1,000		
Diámetro Fruto	0,905 <.0001	0,880 <.0001	0,714 <.0001	0,878 <.0001	0,953 <.0001	0,876 <.0001	0,819 <.0001	1,000	
Area Foliar (cm ²)	0,226 0,214	0,182 0,320	0,338 0,059	0,510 0,003	0,496 0,004	0,381 0,031	0,262 0,147	0,443 0,011	1,000

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos mediante esta matriz de correlación permiten concluir lo siguiente.

El carácter altura planta está correlacionada positivamente con diámetro del tallo, número de botones por cojín, número de cojines, número de frutos por racimo, número de racimos y diámetro del fruto. Esta relación indica que si aumenta la altura de la planta se da una relación equitativa de crecimiento con el diámetro del tallo, también incide con el diámetro del fruto. El número de cojines, número de frutos por racimo, número de racimos y número de botones por cojín también tienen relación proporcional aumentar con el crecimiento de la altura planta.

El carácter diámetro del tallo esta correlacionada positivamente con número de botones, número de cojines, número de racimos y diámetro del fruto. Esta relación nos indica que el diámetro del tallo a medida que crece también aumenta la parte reproductiva. El crecimiento del diámetro del tallo incide fuertemente con relación al tamaño del fruto.

El carácter número de hojas por semana esta correlacionada positivamente con número de cojines y diámetro del fruto. La relación que se observa es que de acuerdo a mayor número de hojas que conserva la planta, así mismo incide en la producción de cojines florales, de igual forma pasa con el diámetro del fruto.

El carácter número de botones florales esta correlacionada positivamente con número de cojines florales, número de frutos por racimo, diámetro del fruto y área foliar. La relación de cantidad y crecimiento que se da entre los caracteres anteriores, con relación a número de botones por cojín de forma tan relevante, obedece todo ello a la alta significancia del área foliar, es decir que el tamaño de la hoja determina la parte reproductiva y productiva de la planta.

El carácter número de cojines florales esta correlacionada positivamente con número de frutos por racimo, número de hojas por semana, número de racimos, diámetro del fruto y área foliar. Si el número de cojines florales aumenta, aumenta también el número de frutos y en menor grado el número de racimos. El número de hojas por semana tiene relación directa a medida que esta aumente y con el engrosamiento del diámetro del fruto. El área foliar por su alta significancia es quien incide directamente en el funcionamiento y rendimiento de todos los descriptores anteriores.

El carácter número de frutos por racimo esta correlacionada positivamente con diámetro del fruto y área foliar. El área foliar por su significancia con el tamaño de la hoja se relaciona directamente con el llenado del fruto que a su vez define el diámetro del mismo.

El carácter número de racimos esta correlacionada positivamente con diámetro del fruto. Esto indica que según el tamaño del fruto así mismo es el número de estos en un racimo.

El carácter diámetro del fruto esta correlacionado positivamente con el área foliar. Lo anterior nos dice que según el tamaño que presente la hoja de la planta, así mismo será el diámetro que alcancen los frutos.

6.2.7 Determinación de tiempo en días que tarda cada etapa de desarrollo fenológico de las plantas, por cruzamientos y por ambientes

Tabla 9.

Análisis descriptivo para los tiempos fenológicos que tarda cada planta en días, durante las etapas vegetativa, reproductiva, productiva y cosecha, según ambientes y cruzamientos, días después de la siembra (DDS)

AMBIENTE	CRUZAMIENTO	ETAPA	TIEMPO PROMEDIO EN DIAS
LUZ	CASTILLA X SELVA	tiempo en forma una hoja	14D
		aparicion primer cojin floral	95DDS
		tiempo priemera floracion	8DD
		tiempo cuajado primeros frutos	22DD
		cosecha primer fruto	128DD
	SELVA X CASTILLA	tiempo en forma una hoja	13.5DD
		aparicion primer cojin floral	105.3DDS
		tiempo priemera floracion	7DD
		tiempo cuajado primeros frutos	14DD
		cosecha primer fruto	113DD
SOMBRA	CASTILLA X SELVA	tiempo en forma una hoja	15.2 DD
		aparicion primer cojin floral	95DDS
		tiempo priemera floracion	5DD
		tiempo cuajado primeros frutos	29DD
		cosecha primer fruto	124DD
	SELVA X CASTILLA	tiempo en forma una hoja	11.7DD
		aparicion primer cojin floral	89 DDS
		tiempo priemera floracion	7DD
		tiempo cuajado primeros frutos	9DD
		cosecha primer fruto	126DD

Fuente: Elaboración propia

La información consignada en la tabla 7, permite concluir que el cruce que menos tiempo en días requieren en cada etapa fenológica por ambiente son; castilla x selva con 268 dds y selva x castilla con 242 dds en ambiente sombra, el cruce castilla x selva con 329 dds y selva x castilla con 252 dds, los más tardíos en ambiente luz. Con relación a cada cruce, las plantas selva x castilla fueron las que tardaron menos tiempo en sus etapas de desarrollo, las plantas castilla x selva las más tardías.

Los anteriores resultados se deben a que ambos cruces presentaron mejor adaptación en ambiente sombra, ambiente que contribuyó con un excelente desarrollo fenológico de las etapas vegetativa, reproductiva y productiva en menos tiempo. El cruce selva por castilla presenta mejor adaptación en ambos ambientes, este resultado obedece “a un desarrollo morfológico mejor de las plantas del cv. La Selva entre 55% y 100% de irradiación, en comparación con materiales con y sin espigas” (Aguirre y colaboradores, 2006), esto indica que el material materno la selva expreso esta característica en ambos ambientes. (Citado por Medina, Lobo y Martínez, 2009, p. 173)

6.2.8 Determinación de tiempos térmicos o unidades de calor requeridas por cada etapa fenológica, por cruzamientos y por ambientes.

Tabla 10.

Análisis descriptivo para determinar los tiempos o unidades de calor requerido en las etapas vegetativa, reproductiva, productiva y cosecha, según ambiente y cruzamiento.

AMBIENTE	CRUZAMIENTO	UNIDADES DE CALOR POR ETAPA	TEMPERATURA BASE(°O)	GRADOS DE CALOR REQUERIFDOS
LUZ	CASTILLA X SELVA	Para formar una hoja	9.61°C	385.19 °Cd
		Para primer Cojín floral	1.21°C	237.91 °Cd
		paraPrimera Floración	10.02°C	2074.2 °Cd
		para cuajado Primer Fruto	9.42°C	609.32 °Cd
		para Primer Fruto cosechado	7.21°C	4803.55 °Cd
	SELVA X CASTILLA	Para formar una hoja	9.61°C	441.89 °Cd
		Para primer Cojín floral	1.21°C	264.36 °Cd
		paraPrimera Floración	10.02°C	1942.16 °Cd
		para cuajado Primer Fruto	9.42°C	419.18°Cd
		para Primer Fruto cosechado	7.21°C	3081.63°Cd
SOMBRA	CASTILLA X SELVA	Para formar una hoja	9.61°C	471.41°Cd
		Para primer Cojín floral	1.21°C	155.91°Cd
		paraPrimera Floración	10.02°C	1677.79°Cd
		para cuajado Primer Fruto	9.42°C	889.23°Cd
		para Primer Fruto cosechado	7.21°C	4482.24°Cd
	SELVA X CASTILLA	Para formar una hoja	9.61°C	351.92°Cd
		Para primer Cojín floral	1.21°C	237.54°Cd
		paraPrimera Floración	10.02°C	2271.22°Cd
		para cuajado Primer Fruto	9.42°C	269.93°Cd
		para Primer Fruto cosechado	7.21°C	3327.87°Cd

Fuente: Elaboración propia

Temperatura base tomada de Pulido *et al.* (2008). (Citado por Zuleta, 2013)

La información consignada en la tabla 8, permite concluir que el cruce castilla por selva es quien más grados día (°Cd) requiere en ambos ambientes, su mayor requerimiento de °C día es para ambiente luz. Selva por castilla presenta el mayor requerimiento de °C día en ambiente sombra. Para los dos cruces en ambos ambientes, el mayor requerimiento de °C día se presenta en los mismos descriptores que son: aparición primeros cojines florales y primer fruto cosechado. Recordemos que estos dos descriptores fueron los que más tiempo en días requirieron para formarse. (Ver tabla 8)

Los anteriores resultados muestran que el cruce castilla por selva es el que más °C día requiere en ambos ambientes, esto obedece a varias causas, entre ellas a que el lulo de castilla presenta serios problemas de adaptación cuando está directamente a exposición solar ,que pese a tener las hojas más grandes(mayor área foliar) de esta especie, no es suficiente., ya que“ él lulo ‘La Selva’ presentaba menor tamaño de las hojas y mayor número de éstas en comparación con el lulo ‘Castilla’, lo que se atribuye a un efecto compensatorio del área foliar requerida para abastecer las necesidades de fotoasimilados”(Gordillo y Rengifo 2003), el cruce selva por

castilla requiere más °C día en ambiente de sombra, debido a que exhibe plena adaptación a exposición solar. (Citado por Medina, Martínez, Lobo y Vargas, 2008)

7. Conclusiones

La anterior investigación permitió la caracterización fenológica, la determinación del tiempo que tarda cada etapa de desarrollo y la evaluación del comportamiento morfoagronómico, de los dos materiales que se obtuvieron del cruce recíproco de lulo la selva con lulo castilla, establecidos bajo dos ambientes diferentes.

De los dos materiales, las plantas del cruce castilla por selva fueron las que expresaron el mejor crecimiento relacionados con altura planta, diámetro del tallo y diámetro del fruto, en ambos ambientes. Es evidente el efecto materno del material castilla de transmitir estos tres caracteres y exprésalos durante el desarrollo de las planta.

En el ambiente sombra fue donde los materiales castilla por selva y selva por castilla, encontraron las condiciones ambientales ideales de adaptación, presentando un desarrollo más rápido de las plantas, en cada etapa de formación.

El análisis de varianza que se le realizó a los descriptores relacionados con las tres etapas de desarrollo, muestra que hubo diferencias estadísticas significativas en los mismos 5 caracteres de los 6 evaluados, para ambiente y cruzamiento. El único carácter en que no se dio diferencia estadística para ambos, fue en número de botones por cojin floral.

El material selva por castilla es el que mejor desarrollo presenta en ambos ambientes, encontrado mejores condiciones de desarrolló en el ambiente sombra. En la parte reproductiva y productiva, obtuvo los mejores rendimientos en ambos ambientes.

Las plantas de los dos cruces en ambos ambientes, tardaron el mayor tiempo en la formación de los mismos caracteres, caracteres relacionados con las etapas reproductivas y productivas, es en estas mismas etapas y en los mismos caracteres donde se da el mayor requerimiento de unidades de calor en °C día. Los dos descriptores son, aparición primer cojin floral y formación del fruto.

8. Recomendaciones

Con lo demostrado en el análisis y resultados de esta investigación en términos fenológicos, se recomienda continuar avanzado con este método de investigación en diferentes zonas o regiones del país y así localizar los ambientes adecuados donde mejor se comportan estos materiales, esto facilita la introducción de materiales nuevos en diferentes zonas del territorio nacional.

Para continuar buscando materiales nuevos en aras de adaptación a plena exposición solar, es recomendable trabajar con materiales maternos de la selva, por las características de adaptación que este trasmite a la planta en este ambiente.

Para buscar caracteres de crecimiento más sobresalientes en la parte agronómica, se recomienda trabajar con material materno de castilla, ya que este es el que mejor expresa esta cualidad.

Es recomendable investigar porque el cruce castilla x selva en ambiente sombra, no realizó un afianzamiento proporcional del diámetro del tallo con el resto de la parte aérea de la planta, esta obtuvo el diámetro más inferior de los cuatro materiales evaluados en ambos ambientes.

Definir los descriptores más relevantes y eliminar los menos importantes, permiten una investigación más ágil, con datos de relevancia para lo que se busca demostrar. Uno de los descriptores de gran énfasis en este tipo de investigaciones a tener en cuenta con mayor profundada por sus efectos, es el área foliar, ya que esta determina todo el funcionamiento de la planta.

Referencias

- Aguirre y colaboradores (2006) citado por Medina, C., Lobo, M. y Martínez, E. (2009). *Revisión del estado de conocimiento sobre la función productiva del lulo (Solanum quitoense Lam.) en Colombia*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3335788.pdf>
- Benítez y colaboradores (1998) citado por Medina, C., Lobo, M. y Martínez, E. (2009). *Revisión del estado de conocimiento sobre la función productiva del lulo (Solanum quitoense Lam.) en Colombia*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3335788.pdf>
- Cruz, P., Acosta, K., Cure, J. y Rodríguez, D. (2007). *Desarrollo y fenología del lulo Solanum quitoense var. septentrionale bajo polisombra desde siembra hasta primera fructificación*. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652007000200011
- Cano *et al.* (2008) y Bustamante *et al.* (2006) citado por Zuleta, B. C. (2013). *Determinación de tiempos fenológicos en 42 materiales de lulo Solanum spp en el Departamento de Risaralda*. [Trabajo de Grado]. Corporación Universitaria Santa Rosa De Cabal “Unisarc”.
- DANE. (2015). El Cultivo del Lulo (Solanum quitoense) y los efectos del fenómeno del niño en la producción. En: *Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción Agropecuaria*. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_dic_2015.pdf
- Estación Hidroclimatológica Mundo Nuevo. (2013). Reporte climatológico mensual, Red hidroclimatológica del departamento de Risaralda <http://www.utp.edu.co/hidroclimatologica>
- Franco G., Bernal J., Giraldo M, Tamayo P. (2002). *El cultivo del lulo*. Recuperado de http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/StreamGate?folder_id=0&dvs=1499115671028~699

- Gobernación del Huila. (2006). *Manual técnico del cultivo de lulo - Gobernación del Huila*. Recuperado de www.huila.gov.co/.../M/manual%20tecnico%20del%20lulo%20en%20el%20Huila.pdf
- Gordillo y Rengifo (2003), citado por Medina, C., Lobo, M. y Martínez, E. (2009). *Revisión del estado de conocimiento sobre la función productiva del lulo (Solanum quitoense Lam.) en Colombia*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3335788.pdf>
- García, 2003 citado por Muñoz, L. (2010). *Evaluación agronómica de materiales de lulo solanum sp, Frutal de alto potencial para zonas tropicales*. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3672/1/7207002.2010.pdf>
- Hernández y Martínez (1993), citado por Medina, C., Lobo, M. y Martínez, E. (2009). *Revisión del estado de conocimiento sobre la función productiva del lulo (Solanum quitoense Lam.) en Colombia*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3335788.pdf>
- Medina, Martínez, Lobo y Vargas, (2008). *Distribución de la materia seca durante la ontogenia del lulo (solanum quitoense lam.) A plena exposición solar en el bosque húmedo montano bajo del Oriente Antioqueño, Colombia*. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472008000100003
- Medina, C., Lobo, M. y Martínez, E. (2009). *Revisión del estado de conocimiento sobre la función productiva del lulo (Solanum quitoense Lam.) en Colombia*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3335788.pdf>
- Meyer, F. C. E. (2010). *Estudio de prefactibilidad para la creación de un cultivo de Lulo de castilla en el municipio de Dos Quebradas Departamento de Risaralda*. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5159/12931107.pdf?sequence=1>

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2006). *Plan Frutícola Nacional*. Recuperado de: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_17_ANEXOS%20PFN%20COLOMBIA.pdf
- Muñoz, L. (2010). *Evaluación agronómica de materiales de lulo solanum sp, Frutal de alto potencial para zonas tropicales*. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3672/1/7207002.2010.pdf>
- Muñoz, J. A. (2011). *Análisis de la competitividad del sistema de producción de lulo (solanum quitoense lam.) en tres Municipios de Nariño*. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/6333/1/790781.2011.pdf>
- Pulido *et al.* (2008), citado por Zuleta, B. C. (2013). *Determinación de tiempos fenológicos en 42 materiales de lulo Solanum spp en el Departamento de Risaralda*. [Trabajo de Grado]. Corporación Universitaria Santa Rosa De Cabal “Unisarc”.
- Santacruz, V. M. (2004). *Estudio fenológico y reproductivo de la naranjilla (Solanum quitoense Lam), peach tomato (Solanum sessiliflorum Dunal) y uchuva (Physalis peruviana Lam)*. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2029/1/CPA-2004-T050.pdf>
- Taiz y Zeiger (1999) citado por Zuleta, B. C. (2013). *Determinación de tiempos fenológicos en 42 materiales de lulo Solanum spp en el Departamento de Risaralda*. [Trabajo de Grado]. Corporación Universitaria Santa Rosa De Cabal “Unisarc”.
- Whalen *et al.*, (1981) citado por Muñoz, L. (2010). *Evaluación agronómica de materiales de lulo solanum sp, Frutal de alto potencial para zonas tropicales*. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3672/1/7207002.2010.pdf>

Zuleta, B. C. (2013). *Determinación de tiempos fenológicos en 42 materiales de lulo Solanum spp en el Departamento de Risaralda*. [Trabajo de Grado]. Corporación Universitaria Santa Rosa De Cabal “Unisarc”.

Anexos

Anexo I. Tablas 3^a, 3b y 3c

Tabla 3a. Regresores para el Modelo de Regresión Logístico para el descriptor altura de planta (cm)

AMBIENTE	CRUZAMIENTO	a	b	c	R ²
LUZ	Castilla x Selva	188,7	1,679	0,07445	98,7
LUZ	Selva x Castilla	160,3	6,270	0,13489	99,7
SOMBRA	Castilla x Selva	188,1	2,846	0,08482	99,7
SOMBRA	Selva x Castilla	152,7	3,892	0,13134	99,0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3b. Regresores para el Modelo de Regresión Logístico para el descriptor Diámetro de tallo (mm).

AMBIENTE	CRUZAMIENTO	a	b	c	R ²
LUZ	Castilla x Selva	5,7	1,306	0,06276	99,7
LUZ	Selva x Castilla	5,6	6,149	0,09875	99,3
SOMBRA	Castilla x Selva	5,0	2,384	0,07161	99,7
SOMBRA	Selva x Castilla	5,3	3,677	0,08908	99,6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3c. Regresores para el Modelo de Regresión Logístico para el descriptor volumen del fruto (mm).

AMBIENTE	CRUZAMIENTO	a	b	c	R ²
LUZ	Castilla x Selva	79,0	180,184	0,48714	97,8
LUZ	Selva x Castilla	66,8	228,355	0,30917	94,8
SOMBRA	Castilla x Selva	89,9	100,458	0,22960	99,1
SOMBRA	Selva x Castilla	64,2	49,011	0,24225	99,0

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Tabla para recolección de datos en campo.

DIA 20-07-13

EVALUACIÓN MORFO AGRONÓMICOS DE LA PLANTA F1 DEL CRUCE ENTRE LULO LA SELVA X CASTILLA

Nº P	Altura Plan	Díámetro Tallo	Nº nudos	Nº Hojas	Nº Hojas caídas	Largo de la hoja	Ancho hoja	Largo de peciolo	Distancia entre nudos	Nº de ramificaciones	Emisión de hojas	Día Inicio Floración	Altura Planta 1ª Flor	Nº flores por axila	N flores abiertas	N de colinas
P1	95 cm	2.39 mm	17	12	9	30 cm	30 cm	14 cm	6 cm	-11-	-11-	20 Julio	99 cm	12	3	2
P2	95 cm	2.04 mm	6	10	9	29 cm	29 cm	10.5 cm	6 cm	-11-	-11-	20 Julio	96 cm	-11-	-11-	1
P3	95 cm	1.46 mm	17	14	9	29 cm	29 cm	9 cm	5.5 cm	-11-	-11-	20 Julio	96 cm	9	3	4
P4	94 cm	1.41 mm	17	10	9	29 cm	29 cm	14 cm	4 cm	-11-	-11-	20 Julio	94 cm	12	3	2
P5	95 cm	1.98 mm	9	6	6	30 cm	30 cm	11 cm	3 cm	-11-	-11-	20 Julio	95 cm	11	4	3
P6	91 cm	2.0 mm	10	10	9	30 cm	30 cm	10.5 cm	4 cm	-11-	-11-	20 Julio	91 cm	14	4	2
P7	92 cm	1.55 mm	10	12	11	30 cm	30 cm	10 cm	4 cm	-11-	-11-	20 Julio	97 cm	3	4	1
P8	94 cm	1.63 mm	10	9	9	32 cm	32 cm	12 cm	5 cm	-11-	-11-	20 Julio	92 cm	16	1	2
P9	92 cm	1.96 mm	6	7	9	30 cm	30 cm	11 cm	3 cm	-11-	-11-	20 Julio	82 cm	14	5	1
P10	94 cm	2.36 mm	13	14	13	30 cm	30 cm	12 cm	6 cm	-11-	-11-	20 Julio	108 cm	14	14	9
P11	106 cm	2.39 mm	10	20	19	45 cm	45 cm	12 cm	6 cm	-11-	-11-	20 Julio	115 cm	15	22	12
P12	115 cm	2.46 mm	11	28	28	41 cm	41 cm	11 cm	6 cm	-11-	-11-	20 Julio	-11-	-11-	-11-	3
P13	92 cm	1.42 mm	9	9	9	36 cm	36 cm	15 cm	3 cm	-11-	-11-	20 Julio	80 cm	14	14	3
P14	90 cm	1.61 mm	9	6	6	35 cm	35 cm	12 cm	5 cm	-11-	-11-	20 Julio	80 cm	14	8	3

Fuente: Elaboración propia