

Evaluación Morfoagronómica de Cultivar de Lulo (*Solanum quitoenses* Lam)
Solounad-Dos en dos Ambientes de Cultivo de la Zona Andina Colombiana.

Bernardo Rincón Carvajal

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Del Medio Ambiente
Ingeniería Agroforestal
Pereira
2020

**Evaluacion Morfoagronómica De Cultivar De Lulo (*Solanum quitoenses* Lam) Solo
Unad- Dos En Dos Ambientes De Cultivo De La Zona Andina Colombiana.**

Bernardo Rincón Carvajal

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de ingeniero
Agroforestal.

Director Del Trabajo

Manuel Francisco Polanco Puerta

Ingeniero Agrónomo. Es. MSc. PhD.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Del Medio Ambiente

Ingeniería Agroforestal

Pereira

2020

Notas de aceptación

Firma presidente del jurado

Firma jurado

Firma jurado

Dosquebradas Risaralda 2020

Dedicatoria

Dedico este logro profesional a Dios, que ha sido mi fortaleza en los momentos de angustia y desfallecimiento, a mi madre que es mi gran apoyo en muchas áreas de mi vida, a mis hijos que son un motor para continuar y los seres que siempre quiero educar desde el ejemplo, a mi esposa, confidente de mis temores y sueños y mi gran ayuda en muchos momentos de mi vida y más en la culminación de esta carrera.

Agradecimientos

A Dios por darme las fuerzas para continuar con mis proyectos.

Al Ingeniero Francisco Polanco docente de la Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y del Medio Ambiente de la UNAD CCAV Eje Cafetero y asesor de esta investigación, por su ayuda, orientación y continua asesoría en mis momentos de duda.

Al ingeniero Juan Carlos Padilla docente de la escuela de ciencias agrarias, pecuarias y del medio ambiente de la UNAD por su amabilidad y apoyo para encontrar solución mis inquietudes.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por crear los espacios de formación.

A todos aquellos que de una u otra manera contribuyeron a la culminación de este proceso educativo.

Resumen

En este documento se presentan los resultados obtenidos de la evaluación morfoagronómica del híbrido obtenido producto del retrocruzamiento tres RC3, entre materiales avanzados, de las variedades de lulo (*Solanum quitoenses* Lam), entre los parentales lulo La Selva P111 y lulo Castillo Larga Vida, evaluados en dos ambientes diferentes; uno en la vereda La Bella del municipio de Pereira a 1800 msnm de altura, representado al clima frío moderado y el otro, en el lote de investigaciones agrícolas del Centro de Agricultura y Biotecnología CIAB de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, en el municipio de Dosquebradas Risaralda a 1460 msnm de altura en representación del clima cálido. El primer cultivar de lulo mejorado y registrado en Colombia fue el lulo La Selva obtenido de una combinación interespecífica entre *Solanum hirtum* x *Solanum quitoense*, con lo que se logra un material de alta producción, tolerancia a plagas como el pasador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*) nematodos (*Meloidogine* sp.) y enfermedades como *fusarium* y con gran acogida por la agroindustria, pero poco acogido por el mercado en fresco, debido al rajamiento del fruto cuando madura y a su tamaño pequeño. Estos resultados corresponden a la segunda fase del programa de mejoramiento de lulo, de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, en el cual se ha logrado obtener un nuevo cultivariedad adaptado al clima medio y frío moderado, con tolerancia al ataque del pasador del fruto y al nematodo agallador, con excelentes características agronómicas y calidad comercial, dado por sus frutos. De gran tamaño, pulpa verde y de mayor concentración de grado brix y con tolerancia a los problemas fitosanitarios, como lo ofrecido por el material PL11 de Agrosavia.

Palabras clave: adaptabilidad, fitomejoramiento, frutos, plaga, tolerancia

Abstract

This research work aims to study and analyze the results obtained from crosses and cross-breeding, among the varieties of lulo (*Solanum quitoense* Lam), taking as parents lulo the jungle and lulo long castle life, performed in two different environments, the location of these, were sidewalk the beautiful of the municipality of Pereira and the lot of agricultural research of the center of agriculture and Biotechnology CIAB of the National Open and Distance University UNAD, located in the municipality of Dosquebradas Risaralda. Lulo is one of the fruits of the Andean region, with great export opportunities to Europe; its juice is widely accepted in all Latin American countries and in the United States, being one of the fruits with more demand in both domestic and international markets.

In spite of being a plant with many centuries of existence in our continent, it has not been achieved a complete domestication, because some agronomically not very pleasant characteristics are observed such as: thorns in the stems, branches and leaves, fruits covered by trichomes, dehiscence of the fruit, rapid oxidation of the juices, high number of berries (Lobo 2004) among others.

These results correspond to the second phase of the lulo improvement program, of the Open and Distance University UNAD, which aims to provide producers with a lulo crop adapted to the medium and moderate cold climate, with tolerance to the attack of the pin of the fruit and the agallador nematode, with excellent agronomic and commercial quality characteristics, given by their fruits of higher concentration of degree brix.

Keywords: Adaptability, plant breeding, fruits, pest, tolerance

Tabla de Contenido

Introducción	- 12 -
Planteamiento Del Problema	- 15 -
Justificación	- 16 -
Objetivos	- 18 -
Objetivo General	- 18 -
Objetivos Específicos.....	- 18 -
Marco Conceptual y Teorico	- 18 -
Taxonomía.....	- 19 -
5.2 Composición química del lulo	- 20 -
Sistemas de propagación	- 23 -
Propagación sexual:	- 23 -
Propagación por injertos:.....	- 25 -
Propagación por meristemas:.....	- 26 -
Afectaciones fisiológicas:	- 26 -
Materiales y Métodos	- 29 -
Material vegetal:	- 30 -
Manejo de la población en plantas	- 30 -
Cruzamientos	- 30 -
Trabajo en campo.....	- 33 -
Altura de la planta (cm):.....	- 34 -
Número de hojas, botones, flores y frutos:	- 34 -

Diámetro del tallo (mm):.....	- 34 -
Área foliar (cm):.....	- 34 -
Diámetro del fruto:	- 34 -
Numero de flores con pistilo largo:.....	- 34 -
Deshierbas:.....	- 34 -
Abono, fertilización y riego:	- 34 -
Evaluación de la resistencia a los nematodos.....	- 34 -
Evaluación de resistencia al pasador del fruto.	- 35 -
Estado fitosanitario del cultivo.....	- 35 -
Enfermedades:	- 35 -
Severidad (Intensidad):	- 36 -
Incidencia (Prevalencia):	- 36 -
Plagas:	- 37 -
Análisis de datos.....	- 37 -
Resultados y Discusión.....	- 38 -
Características climáticas	- 39 -
Temperatura:	- 39 -
Precipitación:.....	- 40 -
Brillo solar:	- 40 -
Humedad relativa:.....	- 40 -
Desarrollo y características morfoagronómicas de la planta.....	- 41 -
Altura de la planta:.....	- 41 -

Diámetro del tallo.	- 41 -
Floración.....	- 42 -
Número de hojas:.....	- 42 -
Área foliar:.....	- 42 -
Número de frutos por planta:	- 44 -
Diámetro del fruto	- 45 -
Enfermedades que afectaron a las plantas de lulo.....	- 46 -
Cladosporium spp.....	- 46 -
Alternaria spp.....	- 48 -
Phytophthora spp.....	- 48 -
Colletotrichum spp.....	- 49 -
Gusano rosado (Neoleucinodes elegantalis):.....	- 50 -
Trips:.....	- 52 -
Ácaros:.....	- 52 -
Áfidos:	- 52 -
Encuestas:	- 53 -
Conclusiones	- 54 -
Recomendaciones	- 55 -
Agradecimientos	- 56 -
Referencias.....	- 57 -

Listado de Tablas

Tabla 10. Manejo y control de las principales plagas del cultivo del lulo.	- 50 -
Tabla 11. Plagas que afectaron las plantas de lulo evaluadas	- 52 -
Tabla 12. Escala para la valoración de las variables	- 53 -

Listado de Figuras

Figura 1	- 29 -
Figura 11	- 42 -
Figura 13	- 43 -
Figura 12	- 43 -
Figura 14	- 43 -
Figura 15	- 44 -
Figura 16	- 44 -
Figura 19	- 45 -
Figura 18	- 45 -
Figura 21	- 46 -
Figura 20	- 46 -
Figura 22	- 49 -
Figura 23	- 51 -
Figura 24	- 51 -

Introducción

El lulo es una planta arbustiva, perteneciente a la familia de las solanáceas, que tiene sus orígenes en países andinos como: Colombia, Perú, Ecuador, Lobo-Arias, M. (1998), la planta produce frutos con delicioso aroma, de pulpa verde, con sabor agridulce muy agradable, y con valores nutricionales muy apreciados, en la industria y los diferentes mercados nacionales y extranjeros.

Los constantes cambios climáticos, las deficiencias en nutrientes, las altas densidades de siembra, han originado una serie de problemas fitosanitarios, en los cultivares de lulo, favoreciendo la aparición y diseminación de plagas y enfermedades, como la Gota (*Phytophthora infestans*), el tizón de follaje, la antracnosis o pudrición del fruto (*Colletotrichum gloesporioides*), en frutos, tallos y hojas, (*Fusarium oxysporum*) que genera marchitez, además de plagas como el pasador de los frutos (*Neoleucinodes elegantalis*), estos factores generan la mayor pérdida económica en el cultivo reduciendo la calidad y el rendimiento de las cosechas, ocasionando incrementos en costos de producción por las medidas de manejo, ésta situación motiva preocupación entre los cultivadores de Risaralda.

Además de la presencia de espinas en tallos y hojas, tricomas que recubren la totalidad del fruto, factores que hacen incomoda la manipulación de la planta y recolección de los frutos.

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), se realizó un proceso de domesticación, entre *Solanum hirtum* y *S. quitoense* hecha por el profesor Charles

Heiser de la Universidad de Indiana, Lobo y colaboradores (2002) reportaron el empleo del material mejorado 'La Selva' para seleccionar, luego de una generación de polinización abierta, una planta con rajamiento reducido de los frutos y mayor tamaño de éstos, conocido como el clon Jalisco, el cual se multiplicó para evaluación en el país (Lobo, 2007).

También, se reporta un proceso de mejoramiento participativo, con agricultores, llevado a cabo por el CIAT y Agrosavia (antes Corpoica), en el norte del departamento del Cauca, con clonación de plantas seleccionadas por los productores y devolución a éstos del material, para su evaluación (Lobo, 2004).

La investigación de este cultivo se orientó, a la obtención de cultivares tolerantes a los problemas fitosanitarios ya mencionados, debido a que los productores de lulo, no cuentan con otra opción que la del cultivar de lulo la selva, que ofrezca tolerancia a las enfermedades y plagas, además que satisfagan los gustos del consumidor de fruta en fresco.

En el centro de investigación, de Agricultura y Biotecnología CIAB de la UNAD, en el municipio de Dosquebradas Risaralda, se inicia el proyecto para adelantar un programa, de mejoramiento del lulo, basado en las experiencias de AGROSAVIA, utilizando como parentales el cultivar La Selva y el lulo Castillo Larga Vida, en la primera fase del programa, se obtienen híbridos con buenas características agronómicas como: buen vigor y estructura, Alta Productividad, buena adaptación a condiciones de libre exposición climática, frutos grandes similares al lulo Castilla, sin rajamiento. Como característica indeseable, las plantas presentaron espinas en tallos y hojas (Polanco, Gómez, & Padilla, 2018). Para eliminar la condición indeseable como es la presencia de espinas en los híbridos de lulo obtenidos, se realizó un retro cruce con el parental La Selva, esto generó nuevamente materiales híbridos

con espinas y frutos pequeños; se recurrió entonces a un retrocruce dos RC2, en esta ocasión con el parental Larga Vida.

De los híbridos resultantes de este retrocruce se seleccionaron las plantas de lulo sin espinas, con buen tamaño de fruto, pulpa de color verde, fuerte aroma y sabor agridulce, pero se evidenció cierto nivel de susceptibilidad al pasador del fruto (Polanco, Gómez, & Padilla, 2018); se procedió entonces a realizar un tercer retrocruce RC3 con el material La Selva PL11, cuyas plantas presentan alta tolerancia al pasador y nematodos, presencia profusa de espinas en tallos y hojas, alta producción, frutos pequeños, pero de alta concentración de grado brix.

El objetivo de esta investigación fue la de evaluar las características morfoagronómicas y de calidad del nuevo material de lulo producido del RC3 de plantas del lulo del programa de mejoramiento de lulo de la UNAD por plantas de lulo La Selva PL11, en dos ambientes diferentes (Clima medio y Clima Frio Moderado) y realizar el trámite para su registro como nuevo cultivar en el Registro Nacional de Variedades Vegetales.

Planteamiento Del Problema

Los productores de lulo en la zona cafetera y en especial, los del departamento de Risaralda, han venido manifestando su gran preocupación, por el incremento de los problemas fitosanitarios en el cultivo de lulo Castilla, en especial del insecto denominado pasador del fruto, (*N elegantalis*), causante del mayor daño sobre la producción y calidad de la fruta (daños en más del 80% de los frutos del cultivo), como también de la gran afectación del nematodo agallador de la raíces, (*Meloidogine incognita*), problemas estos a los que el agricultor se ve obligado al uso de insecticidas extremadamente tóxicos para su control, los cuales ponen en peligro la salud del aplicador, la de su familia, y la del consumidor.

Además del impacto negativo sobre la sostenibilidad de los ecosistemas, puesto que estos productos también afectan a los controladores biológicos del pasador, contaminan las aguas y a los suelos aptos para la agricultura; este problema ha sido subsanado en gran medida con la liberación del cultivar mejorado denominado lulo La Selva, por parte de Agrosavia, (como consecuencia de los cruzamientos interespecíficos entre lulo de Castillo *S quitoensis* L y lulo de perro *S hirtum*, realizados por el investigador norteamericano Charles Heiser y el colombiano Mario Lobo), al tener este material una gran tolerancia al pasador del fruto y a los nematodos.

El fruto de lulo la Selva, tiene una gran aceptación por parte de la agroindustria, pero no así para el consumo en fresco, debido al tamaño pequeño de los frutos y a su tendencia a rajarse cuando el fruto madura, Es posible por medio del Fitomejoramiento entregar a los productores de lulo un material con alta producción, de frutos grandes, con gran aceptación en el mercado en fresco por su sabor y aroma y que contengan altos niveles de tolerancia al pasador del fruto y los nematodos

Justificación

El presente trabajo de investigación busca darle continuidad al exitoso programa de mejoramiento del lulo que adelanta el CIAB de la UNAD en el municipio de Dosquebradas, realizando nuevos cruzamientos entre el material logrado sin espinas, con otros materiales de lulo de buena adaptación en la zona, y con materiales de Agrosavia, como el denominado PL11 de alta producción y de mayor grado Brix del jugo de sus frutos, aportando de esta manera al mejoramiento del cultivo de esta especie, y en el uso de nuestros recursos fitogenéticos.

La investigación también pretende estimular el cultivo del lulo y su consumo, para contribuir en la sustentabilidad de esos sistemas productivos, así como en la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza, el desplazamiento, y la conservación del patrimonio genético nacional. Por tal razón, los resultados de este estudio generarán conocimiento genético y agronómico acerca de esta especie frutícola, fomentando de esa forma su conservación, valorización y aprovechamiento comercial en Colombia.

El cultivo de lulo en Colombia se ubica principalmente en las zonas cafeteras, en pequeñas parcelaciones, y terrenos irregulares que no facilitan la tecnificación, de los cultivares, las parcelaciones solo alcanzan índices de 1000 plantas por cultivador, no se realizan análisis de suelos y las fertilizaciones se realizan en forma empírica según criterios individuales; CIAT, 2007). Con excepción del cultivar de lulo La Selva, los productores de lulo en Colombia no cuentan con materiales que ofrezcan tolerancia a los principales problemas fitosanitarios del Cultivo y que satisfagan los gustos del consumidor de fruta en fresco; esta situación motivó a los investigadores del Centro de Investigación de Agricultura y Biotecnología CIAB de la UNAD en el Municipio de Dosquebradas.

Para adelantar un programa de mejoramiento del lulo, basado en las experiencia de Agrosavia, empleando como parentales el cultivar La Selva y el lulo Castillo Larga Vida, en esta primera fase del programa, se logró la hibridación, Los híbridos resultantes presentaron buenas características agronómicas, como buen vigor y estructura, alta productividad, buena adaptación a condiciones de libre exposición solar, frutos grandes similares al lulo Castilla, corteza de color amarillo y pulpa verde, sin rajamiento y de agradable aroma y sabor.

Como característica indeseable, las plantas presentaron espinas en tallos y hojas, Para eliminar la condición indeseable de la presencia de espinas en los híbridos de lulo logrados, se realizó un retro cruce con el parental La Selva, esto generó nuevamente materiales híbridos con espinas y frutos pequeños; se recurrió entonces a un nuevo recruce, en esta ocasión con el parental Larga Vida.

Los híbridos resultantes de este retro cruce resultaron en unas plantas de lulo sin espinas, con buen tamaño de fruto, pulpa de color verde, fuerte aroma y sabor agridulce, pero con susceptibilidad a pasador del fruto.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar morfoagronómicamente el cultivar de lulo SOLUNAD-DOS (*Solanum quitoenses Lam*) en dos condiciones climáticas de la zona Andina Colombiana, para ser entregadas a los agricultores de la región.

Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento morfoagronómico del nuevo cultivariedad de lulo del programa de mejoramiento de la UNAD denominado “SOLOUNAD-DOS” en dos condiciones climáticas de la zona Andina Colombiana.
- Identificar cual es la mejor condición agroecológica para el cultivo de la nueva cultivariedad SOLUNAD-DOS en la que se obtiene el mejor comportamiento agronómico.

Marco Conceptual y Teorico

El lulo pertenece a la familia Solanaceae, que crece de manera espontanea en la región Andina, tiene cerca de 70 géneros con más de 2.000 especies, sin embargo, son poco 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), las más representativas son Variedades: quitoense (sin espina) y quitoense septentrional (con espinas)

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 puede alcanzar 0.2 m del 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 andromónoica, presentando flores hermafroditas en la parte proximal de las inflorescencias y masculinas en la porción distal (Miller y Dagle, 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) éstas son fotoblásticamente positivas y exhiben, fotolatencia (Cárdenas et al, 2004).

Taxonomía.

En la Tabla 1 se describe la clasificación taxonómica de la planta de lulo.

Tabla 1 taxonomía *Solanum quitoense* Lam

LULO	
Nombre científico	<i>Solanum quitoense</i> Lam
Nombres Comunes	Lulo de castilla, naranjilla, toronja
Reino	Vegetal
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Tubiflorae
Familia	Solanaceae
Genero	Solanum
Especie	<i>Quitoense</i> Lam

5.2 Composición química del lulo

Tabla 2 composición química del lulo

Contenido en 100g de pulpa	
Calorías	23
Agua	92.5
Proteínas (g)	0.6
Grasas (g)	0-1
Fibra (g)	0.3
Calcio (mg)	8
Fosforo (mg)	12
Hierro (mg)	12
Vitamina A (UI)	600
Tiamina (mg)	0.04
Riboflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	1.5
Acido ascórbico (mg)	25

Una planta puede tener una producción de 2 kg por cosecha, generalmente maduran de uno a seis frutos por racimo. (Muñoz, 2010), El lulo es una planta que 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).

Tabla 3 condiciones agroecológicas fuente: secretaria técnica cadena frutícola Huila SEDAM

Condiciones agroecológicas			
Radiación	H/día		4-6
Temperatura	0 C		14-18
Precipitación	Mm		1500-2000
Humedad	%		80%
Pendiente	%		<40%
Zona de vida	Bosque húmedo premontano Bosque muy húmedo premontano Bosque muy húmedo montano bajo		
Requerimientos nutricionales del suelo	N	Kg/ha	150
	P2O5	Kg/ha	20
	K2O	Kg/ha	180
	PH		5.5 – 6.5
Profundidad	Cm		50-75
Textura	Clase		Franca, franco- arenosa, franco-arcillosa
Distancia de siembra (m)			3x2, 3x2.5, 3x3
Densidad de siembra (plantas/Ha)			1666, 1333, 1111, 1923, 1538, 1282
Vida útil			2 años
Cosecha: inicia entre los 9 y 11 meses, presenta picos en abril, mayo, octubre y noviembre			

El cultivar lulo La Selva, exhibe adaptación a plena exposición solar, períodos de cosecha prolongados, alta capacidad productiva, atributos adecuados para el procesamiento, oxidación menor de los jugos (y resistencia a *Meloidogyne* incógnita, raza 2 (Bernal et al., 1998) y a *Fusarium oxysporum* (Tamayo et al., 2002b). (Citado por Medina, et. al., 2009)

La Plaga de mayor importancia en el cultivo es el gusano perforador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*), 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.

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 amanera 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) Otra de las plagas más limitantes del lulo, es el nematodo agallador de la raíz, (*Meloidogyne* sp.), el cual produce nódulos en las raíces de tamaños y formas variadas, lo que trae como consecuencia plantas que carecen de vigor, con sus hojas pequeñas.

Sistemas de propagación

El lulo necesita para su propagación un cuidado particular, dado la vulnerabilidad de la planta, a causa de los inconvenientes fitosanitarios que afectan claramente los rendimientos, ya que generan lesiones graves en todos sus órganos especialmente en los reproductivos, la planta de lulo se puede reproducir por las siguientes variables: sexual por semillas, asexual por injertos, rebrotes, estacas, por cultivo de tejidos (meristemos).

Propagación sexual: Se seleccionan las semillas de plantas madre (aquellas que tengan las mejores características físicas, buen tamaño, maduros y estén libres de plagas y enfermedades y en el segundo año de producción), Valencia y García (1977 y Lobo (1995), se ensayaron varios métodos para la extracción de semilla de lulo, llegando a la conclusión de que el mejor sistema es el de la fermentación de la pulpa, la cual consiste en colocar ésta en recipientes de vidrio por un lapso de 48 horas, después de este tiempo se lavan y se secan las semillas a la sombra en papel absorbente.

Propagación por semilla: siendo el lulo una planta prevalentemente alógama, hace que se presente una amplia 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, pero causa desuniformidad en el establecimiento de cultivos.

Las plantas obtenidas por semilla tienen un sistema de raíces más desarrollado y vigoroso que las obtenidas por métodos vegetativos, esta forma de multiplicación es recomendada 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, en este caso se recomienda la propagación vegetativa o asexual, que consiste en sembrar trozos de tejidos vegetales, tomados de la planta madre, esto garantiza la reproducción de toda la información de la planta progenitora y por esto las plantas propagadas son idénticas a la “planta madre”.

Propagación sexual: consiste en que todos los individuos, son genéticamente diversos (variabilidad genética), la variedad puede subsistir frente a circunstancias, desfavorables del medio. Las desventajas de este método de propagación son: muy lenta y complicada, poco número de retoños, requiere producir y mantener células sexuales

propagación asexual:(estacas, injertos, cultivo de tejidos meristemas),radica en que de único individuo se desprende de una sola célula o fragmentos del cuerpo de una planta ya desarrollada, que por procesos mitóticos, son calificados de formar un individuo completo genéticamente idéntico a él, se lleva a cabo, por un solo progenitor y sin intervención de los núcleos de las células sexuales o gametos, en el caso del lulo, consiste en seleccionar brotes auxiliares de 25 a 30 cm de longitud y que posean 4 a5 yemas. Una vez seleccionadas las estacas, se les retiran las hojas con el fin de evitar la transpiración y disminuir pérdidas por deshidratación.

Las estacas se siembran en una cama de arena previamente tratada y se les debe suministrar riego frecuentemente. Los brotes nuevos se observan entre los 20 y 30 días, hasta su prendimiento; a los 15 días luego de observar hojas verdaderas, las estacas se transplantan a bolsas donde permanecen por 30 días, tiempo después del cual se llevan al sitio definitivo de siembra, se suele emplear los injertos de púa terminal, para propagar vegetativamente

Plantas selectas, de las cuales se desea conservar sus buenas características, además, la planta patrón les aporta resistencia o tolerancia a problemas fitosanitarios como los nematodos, y aporta 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 plántulas, bajo condiciones controladas, en poco espacio y con poca mano de obra. Con esta técnica se garantiza, la producción de materiales más libres de problemas fitosanitarios, *S. torvum* (friegaplatos).

La propagación de lulo empleando el sistema de meristemas o in vitro, es una alternativa que muestra ventajas en comparación con otros sistemas tradicionales. Las ventajas están en que generan gran cantidad de descendientes, poco tiempo de adaptación al ambiente, el momento de producción llega más temprano, Se logran plantas con igual genotipo de interés, no habrá variación ya que serán clones, solo se necesita un progenitor.

Entre las desventajas están: si se modifica el ambiente, los individuos no se adecuan y la variedad puede desaparecer, no crea variabilidad genética en su descendencia, al ser todos genotípicamente iguales a su parental entre sí, muy apropiado para la propagación del lulo.

Propagación por injertos: Especies como *S. torvum*, *S. umbellatum* y *S. marginatum*, son compatibles con la especie *S. quitoense* y pueden ser usadas como patrones. Tanto *S. torvum* como *S. umbellatum* son patrones que presentan grandes ventajas, dado que ambas tienen resistencia a la marchitez bacteriana causada por *Pseudomonas solanacearum* y a los

Nematodos causantes de la formación de agallas de la raíz (*Meloidogyne* spp.) 12 En el ICA, Regional 4, se realizó un ensayo de enjertación de lulo en los patrones *S. torvum* (friega platos) y *S. umbellum* (Chontaduro hediondo); los tipos de injertos evaluados fueron "T" invertida, púa central y parche. Los resultados indican que el mejor tipo de injerto fue el de púa central con 90% de prendimiento en los dos patrones.

Propagación por meristemas: Esta técnica consiste en aislar una parte de la planta de lulo (meristemas) para cultivarlas en un medio preestablecido y bajo condiciones asépticas. El cultivo de meristemas en lulo es una técnica alternativa que ha mostrado importantes ventajas en comparación con los sistemas tradicionales de propagación, permitiendo una producción clonal rápida con un gran número de plántulas en un corto período de tiempo, bajo condiciones controladas, en espacio pequeño y con poca mano de obra; además, esta técnica permite un mayor control sobre la sanidad del material, facilita el transporte del material in vitro y la multiplicación acelerada de plantas con características deseables.

Afectaciones fisiológicas: 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 interrumpidas por efectos de la sequía o del estrés hídrico e igualmente se da el cierre de los 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 fotosintetizados; 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 al 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).

Cabe indicar la importancia del agua como el elemento esencial de los tejidos vegetales, el cual corresponde al 80 y 90% del peso fresco, así mismo, interviene como disolvente, reactivo y en el mantenimiento de la turgencias de las plantas; lo anterior afirma la necesidad del suministro adecuado de agua en los cultivos de frutales durante las etapas de floración, cuajamiento y llenado de frutos, más si se ha observado que las hojas extrae agua de los frutos cuando se presenta estrés hídrico (Kramer y Boyer, 1995 citados por 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 proceso fisiológicos y por

Tanto las etapas fenológicas del cultivo del lulo (Vargas, M et al 2009). 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).

Fosforo: Por su parte, la carencia de fósforo (P), causa retrasos en el crecimiento y en la maduración de los frutos, además es considerada como responsable de malformaciones en las semillas. 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 el poco suministro de agua es recomendable la aplicación de fertilizantes para la entrega de nutrientes mediante un sistema de riego por goteo, el cual demanda bajos volúmenes de agua.

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló en dos localidades representativas del clima medio y frío moderado. La primera localidad corresponde a un lote de investigaciones del Centro de Agricultura y Biotecnología CIAB de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, en el Centro Comunitario de Atención Virtual CCAV, Eje Cafetero, ubicado en el municipio de Dosquebradas, Risaralda a una altura de 1460 msnm con temperatura promedio de 18 °C, y precipitación promedio 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.

La segunda localidad está ubicada en la finca “La Cachucha” de la Vereda La Bella del Municipio de Pereira, Risaralda el cual corresponde a clima frío moderado, y según la clasificación Holdridge pertenece a bosque muy húmedo premontano bajo (bm-PB), a una altura de 1800 msnm., con temperatura promedio de 17 grados, con una precipitación de 2600mm anuales.

Figura 1 Mapa de Ubicación de los municipios de Dosquebradas (centro de investigación de la UNAD) y Pereira (vereda la bella finca la cachucha)

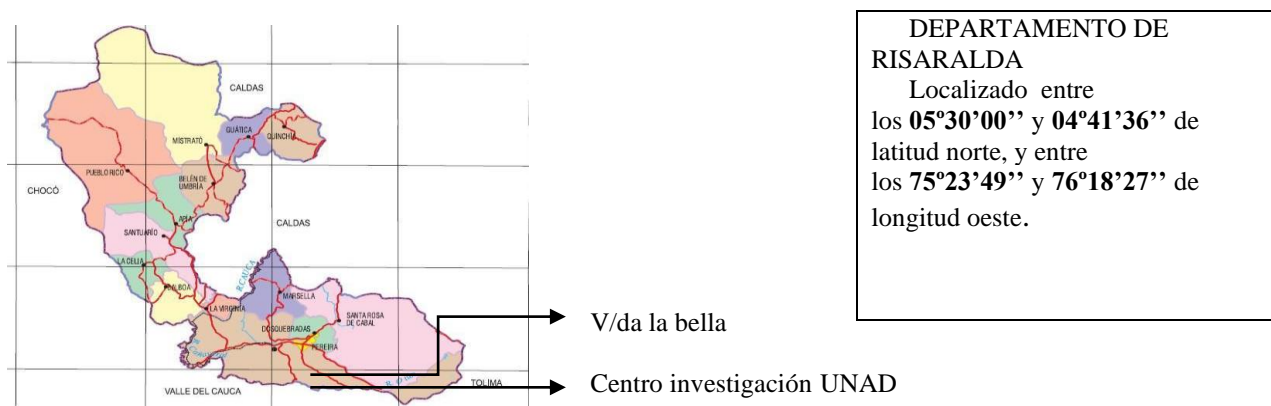


Figura 1

Fuente: archivos/biblioteca_113_Plan%20Nal%20frur-risaralda.pdf

Material vegetal: las plantas corresponden a la primera generación masal del segundo retrocruzamiento RC2M1 de la hibridación entre lulo la selva por lulo Castillo cultivariedad Larga Vida. Por lulo La Selva Pl. 11

Manejo de la población en plantas

La población de plantas segregantes se sembraron en dos localidades, estableciendo 50 plantas y evaluando 15 de ellas en cada una de las localidades. Se realizaron todas las labores De manejo agronómico de la planta tal como lo realizan los productores, para garantizar su buen desarrollo y producción.

El cultivar de lulo la selva, PL11, fue reproducido por medio de estacas tomadas de la colección de germoplasma de lulo de la Corporación Universitaria de Santa Rosa de Cabal, se sembraron 3 plantas de lulo la selva PL11, junto con 21 plantas RC2 del programa de mejoramiento de lulo de la UNAD Dosquebradas.

Cruzamientos

Se seleccionan las flores que recientemente han abierto, recolectando varias de ellas, y las depositamos en un pretil, para proceder a la extracción de los granos de polen, reunidas las flores y empleando unas pinzas retiramos los estambres con sus cinco anteras, se abren las anteras, para extraer los granos de polen.

Después de recolectar una considerable cantidad de polen se procede a la emasculación de la flor, se selecciona un cojín floral del tercio medio de la planta, buscamos una flor que este próxima a abrir, que tenga pistilo largo, siendo éstas flores las únicas fértiles, se retiran las anteras intentando que no queden restos de las anteras dentro del botón floral, después del

Procedimiento anterior depositamos los granos de polen en el estigma, utilizando un pincel de cerdas suaves, se aplica bastante polen, para asegurar un verdadero cruzamiento, después iniciamos el cerramiento del botón floral, colocándolo nuevamente a la posición original.

Retiramos los botones florales que están cercanos a la flor fecundada artificialmente para evitar posibles confusiones, y asegurar la formación y desarrollo del nuevo fruto, se procede a la marcación de la flor fecundada con los nombres de los parentales, la fecha en la cual se desarrollo el cruzamiento, se cubre la flor fecundada con una pequeña bolsa parafinada, con el fin de evitar infecciones o la aparición de polen extraño, se conserva la bolsa por tres días y luego se retira, si se logró la polinización se examinará el crecimiento del nuevo fruto.

Cuando las plantas RC, presentaron una buena conformación e iniciaron la floración, se seleccionaron las flores de pistilo largo, tanto en las plantas RC, empleadas como plantas hembras, así como en las plantas del lulo la Selva PL11 utilizadas como planta macho y se realizaron los cruzamientos. Las semillas extraídas de los frutos obtenidos, de los cruzamientos de varias plantas, fueron mezcladas y de estas se tomaron 432 semillas, las cuales fueron sembradas en 6 bandejas plásticas de germinación de 72 alveolos.

Se seleccionaron 60 plantas F1 del cruzamiento, que presentaron como características principales, no poseer espinas en tallos ni en hojas.

Figuras 2-3 selecciones de flores con pistilo largo, de las plantas de lulo,
Fuente: autoría propia



Figura2



Figura3

Figuras 4-5 imagen fotográfica de la recolección de estambres, y protección de la flor fecundada Fuente autoría propia



Figura 4



Figura 5

Cuando las plántulas tuvieron cuatro hojas formadas, aproximadamente dos meses después de la emergencia, se sembraron bajo un diseño completamente azar 30 plantas en cada localidad. La evaluación morfoagronómica se realizó en 15 plantas por localidad. Los descriptores morfoagronómicos evaluados fueron: Altura planta (AP), Diámetro del tallo (DT), Número de hojas (NH), Área foliar (AF), Número de cojines florales (NCF), Número de botones florales (NBF), Número de racimos (NRFr), Número de frutos por planta y (NFP), Diámetro de los frutos (DF).

Figuras 6-7 imágenes fotográficas del establecimiento del cultivar, e identificación de cada planta fuente Autoría propia.



Figura 6



Figura 7

La medición de las variables agronómicas y fitosanitarias se realizó en intervalos de tiempo de 30 días, para un total de 8 muestreos. La medición se realizó desde el 14 de abril hasta el 16 de noviembre del 2019, no se registraron datos de producción.

Trabajo en campo

En las mediciones de las características morfoagronómicas se utilizó cinta métrica, micrómetro automático, lupa, bolsas plásticas herméticas, bolsas de papel parafinado, cubre objetos, vaso petri, balanza, rótulos, cámara fotográfica, herramientas para el manejo y cuidado del cultivo, la medición se ejecutó de la siguiente forma para cada variable:

Figuras 8-9 imágenes fotográficas del registro de altura del cultivar y diámetro de los frutos fuente Autoría propia



Figura 8



Figura 9

Altura de la planta (cm): Se midió con una cinta métrica desde la base del cuello de la raíz hasta el ápice de la planta, la lectura se hace en varios momentos de la observación.

Número de hojas, botones, flores y frutos: En cada planta la totalidad de las hojas, botones, flores y frutos fueron contabilizados en cada medición.

Diámetro del tallo (mm): se midió con el calibrador a cada planta el diámetro en la base del tallo.

Área foliar (cm): Se midió el largo y ancho de la tercera hoja más nueva completamente desarrollada, midiendo desde el ápice hacia la base de la planta y por fórmula se calculó el área foliar.

Diámetro del fruto: Se midió el diámetro ecuatorial del fruto con el micrómetro.

Numero de flores con pistilo largo: se contó la presencia de flores aptas para la fecundación, en cada planta, el conteo se realizó en cada observación.

Deshierbas: se realizaron deshierbas en los momentos que fueron necesarios, haciendo esta actividad de manera manual o mecánica.

Abono, fertilización y riego: la aplicación de abonos, fertilizantes y riego se realizaron según las necesidades manifestadas por el cultivar,

Evaluación de la resistencia a los nematodos.

Para evaluar la resistencia a los nematodos de las plantas, se arrancaron 10 plantas de cada localidad que estaban en fructificación y se evaluaron la formación de agallas del sistema radicular de acuerdo con una escala de 0 a 5 en donde 0 correspondió a planta sana sin nodulación y 5 a plantas con sistema radicular completamente nodulado. Las plantas se consideraron resistentes cuando el índice medio de nodulación resultó inferior a 2 y susceptibles cuando se supere ese valor.

Escala para la calificación de severidad de nematodos

Tabla 4. Escala para la calificación de severidad de nematodos

Grado	Agallas	Reacción
0	Sana sin agalla	Inmune
1	1 a 10 agallas	Resistente
2	11 a 100 agallas	Índice medio
5	Más de 100 agallas	Altamente susceptible

Evaluación de resistencia al pasador del fruto.

Para evaluar la resistencia al pasador de los frutos en campo se cálculo la severidad empleando la siguiente ecuación:

$$\%S = \frac{N \text{ de plantas con presencia de insectos plaga}}{N \text{ de plantas evaluadas por clon}} \times 100$$

Se calculo la densidad empleando la siguiente ecuacion.

$$\%D = \frac{\text{Sumatoria de insectos plaga en las plantas afectadas}}{N \text{ de plantas evaluadas por clon}} \times 100$$

Evaluando incidencia: presencia con valor de 1 y ausente con valor de 0, y la densidad es el número de individuos encontrados.

Estado fitosanitario del cultivo

Enfermedades: Las enfermedades que se presentaron en el cultivo se registraron en un formato de seguimiento en campo se midió:

Severidad (Intensidad): Magnitud del daño en cada planta evaluada, se expresa como el porcentaje del área o cantidad de tejido de la planta que se encuentra afectado por la enfermedad. Para el cálculo de la severidad se empleó la siguiente ecuación:

$$\%S = \frac{N \text{ de estructuras afectadas}}{N \text{ de estructuras vegetales evaluadas}} \times 100$$

Para clasificar de una manera sistemática el grado de severidad presentado en la planta por los patógenos encontrados, se empleó una escala general para la evaluación. El porcentaje de severidad obtenido fue interpretado de acuerdo con factores de resistencia a enfermedades: Expresión favorable: 0-5%; Reacción intermedia: 6-25% y Susceptible: >25%

Escala de clasificación de la severidad de patógenos

Tabla 5. Escala de clasificación de la severidad de patógenos

Presencia	Porcentaje	Clasificación
Baja	0-5%	Favorable
Media	6-25%	Reacción intermedia
Alta	>25%	Susceptible

Incidencia (Prevalencia): Número de plantas enfermas o afectadas (hojas, frutos, tallos, u otros) con respecto al total de plantas evaluadas. Se calculó la intensidad (%I) empleando la siguiente ecuación:

$$\% I = \frac{N \text{ de plantas afectadas}}{N \text{ de plantas evaluadas}} \times 100$$

Las enfermedades evaluadas fueron: *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp., *Colletotrichum* sp., *Phytophthora infestans*, *Sclerotinia sclerotiorum*. Para cada una de las enfermedades en cuanto a incidencia se evaluó, presencia con valor de 1 y ausente con valor de 0, las observaciones se realizaron en el tercio inferior, medio y superior de la planta.

Plagas: Las plagas que atacaron el cultivo se registraron en un formato de seguimiento en campo (Figura 32). Para el cálculo de la severidad se empleó la siguiente ecuación para hallar la densidad:

$$\%S = \frac{N \text{ de plantas con presencia de insectos plaga}}{N \text{ de plantas evaluadas}} \times 100$$

Se calculó la densidad empleando la siguiente ecuación:

$$\%D = \frac{\text{sumatoria de insectos plaga en las plantas afectadas}}{N \text{ de plantas evaluadas}} \times 100$$

Las plagas evaluadas fueron: Trips sp., Ácaros, Gusano perforador (*Neoleucinodes elegantalis*) y Áfidos. Las observaciones se realizaron en toda la planta, evaluando incidencia: presencia con valor de 1 y ausente con valor de 0 y densidad: número de individuos encontrados.

Análisis de datos

Los datos recopilados fueron consignados en tablas de datos en el programa Microsoft Excel y fueron procesados en el Software Estadístico R, realizando Análisis de Varianza, Pruebas de Normalidad y Homogeneidad de Varianza, y Prueba de Tukey.

Resultados y Discusión.

En la tabla 6, se consignan los resultados del análisis de varianza para los descriptores morfoagronómicos del lulo, en los que se puede evidenciar que no se presentaron diferencias estadísticas significativas para ninguno de los descriptores estudiados entre los dos ambientes en los que crecieron las plantas de lulo RC3, esto quiere decir que el material presentó, un comportamiento estable y uniforme en ambos ambientes, es decir que se observó estabilidad agronómica, respondiendo positivamente al potencial productivo ofrecido por cada ambiente en donde fue evaluado (Vallejo, 2002) esto puede ser explicado por la composición genética del nuevo cultivar, al contener genes de adaptación al clima frío procedentes del parental lulo castillo y genes de adaptación al clima cálido, cedidos por el parental La Selva.

Tabla 6. Análisis de varianza de los caracteres morfoagronómicos del material de lulo RC3 cultivado en dos ambientes diferentes

Fuentes de Variación	G I	Altura planta (cm)		Diámetro Tallo (mm)		No. De Hojas		Área Foliar (cm)	
		CM	Pr>Fc	CM	Pr>Fc	CM	Pr>Fc	CM	Pr>Fc
Localidad		1957.3	0.374	442.45	0.1641	83.15	0.6546	480012	0.4907
Promedio		152.3	4	48.8		61.4		182144	
CV		62.6		50.3		70.0		108.1	

Continuidad tabla 6

Fuentes de Variación	GI	No. De Flores		No. Racimos		Frutos por planta		Diámetro frutos (mm)	
		CM	Pr > Fc	CM	Pr>Fc	C M	Pr>Fc	CM	Pr>Fc
Localidad	1	256.8	0.2013	0.7204	0.4114	1.9276	0.1884	0.1938	0.667
Promedio		29.6		22.3		128		64.9	
CV		97.6		104.2		111.5		83.3	

Fuente elaboración propia.

Tabla 7 promedios de Tukey entre dos ambientes, para los descriptores morfoagronómicos del cultivar de lulo RC3.

fuentes de Variación	1	No. De Flores		No. Racimos		Frutos por planta		Diámetro frutos (mm)	
		CM	Pr>F ^c	CM	Pr>Fc	CM	Pr>Fc	C	Pr>Fc
Localidad		256.8	0.201	0.7204	0.4114	1.9276	0.1884	0.1938	0.667
Promedio		29.6		22.3		128		64.9	
CV		97.6		104.2		111.5		83.3	

Pese a que no existieron diferencias estadísticas significativas a un nivel relevante del 95% en el comportamiento del nuevo cultivar RC3 en los dos ambientes en las que creció el material, se realizó una prueba de promedios de Tukey (ver la tabla 7) para evidenciar el comportamiento promedio del material en cada localidad para cada una de las variables evaluadas, los resultados se presentan a continuación.

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

Características climáticas

Los datos meteorológicos fueron suministrados por la estación ECC002 ubicada en la vereda mundo nuevo, con las coordenadas 4°45'24.8" N 75°39'40" O

Cercana al lugar de la investigación, el lapso de tiempo requerido para el desarrollo de las observaciones fue del 14 de abril hasta el 16 de noviembre.

Temperatura: el promedio durante el tiempo de la investigación fue de 18 °C, aunque el 7 de febrero hubo un pico muy alto de 26°C, y el día más frío se presentó el 12 de septiembre, la temperatura idónea para el cultivar de lulo oscila entre 14°C - 18 °C

Precipitación: Al año se presentan dos periodos de precipitación máxima, las cuales corresponden al mes de abril y octubre. Adicionalmente, las características del relieve junto con la altura establecen cambios en los periodos de lluvias (CARDER-UAESPNN 2008, CARDERCORPOCALDAS-UAESPNN 2009). Se registraron valores de 1500 a 3126 mm/año éste óptimo pluviométrico se ubica a una altura de 2300 msnm con una precipitación media anual de 2917 mm/año (UNALMED - Agua y Aguas de Pereira. 2009). Siendo la óptima para el cultivo de lulo la de 2500 mm, con buena distribución. Un periodo de tres semanas de sequía puede ocasionar caída de frutos. (Citado por Meyer, 2010, p. 27.), las variaciones hacia arriba o hacia abajo, en las lluvias ocasiona estrés hídrico en las plantas de lulo, 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.),

Brillo solar: El promedio de brillo solar fue de 4,3 horas al día, las variaciones fuertes del brillo solar, de un día para otro pueden ocasionar traumatismos en el desarrollo de la planta y el llenado del fruto, 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).

Humedad relativa: La información disponible en la CARDER sobre humedad relativa en el entorno del municipio de Dosquebradas y la vereda la bella, está en los rangos de 75 a 80 %. Los registros más altos de humedad relativa en el entorno regional se encuentran entre el rango 85-90%. La humedad relativa más baja está en el rango de 70 -75% y se registra para el oeste del municipio de Pereira, cuando se presenta un incremento de la humedad, el cultivar

queda expuesto a enfermedades fungosas como: la gota o tizón, el moho blanco, la antracnosis del fruto, la fusariosis, el amarillamiento por *Verticillium*, la pudrición del tallo, la mancha clorótica de la hoja y la mancha de *Alternaria*, (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006, p.20).

Desarrollo y características morfoagronómicas de la planta

Altura de la planta: Con relación a la altura de la planta, se observó que las plantas que crecieron bajo las condiciones de clima Frio moderado (La Bella), alcanzaron levemente una mayor altura, en comparación con las planta en el clima Medio (Dosquebradas) como se aprecia en la figuras 1 y 2. De lo anterior se concluye que la menor luminosidad presente en la localidad de La Bella provoca una mayor elongación de las plantas, en busca de la luz. (Muñoz, 2010; Serna, 2017).

Diámetro del tallo. En cuanto al diámetro del tallo, al igual que con la altura, las plantas de lulo RC₃ desarrollaron levemente un mayor diámetro de tallo en el ambiente de Clima Frio moderado (La Bella), guardando una relación proporcional con el mayor crecimiento de las plantas en altura alcanzado en este mismo ambiente

Figuran 10 crecimientos de altura de la planta en dos ambientes.

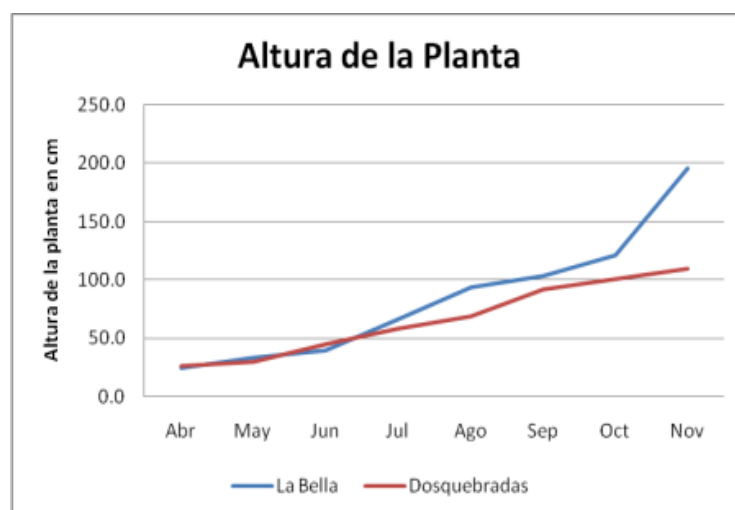


Figura 10

Figura 11 Crecimientos del diámetro de las plantas en dos ambientes

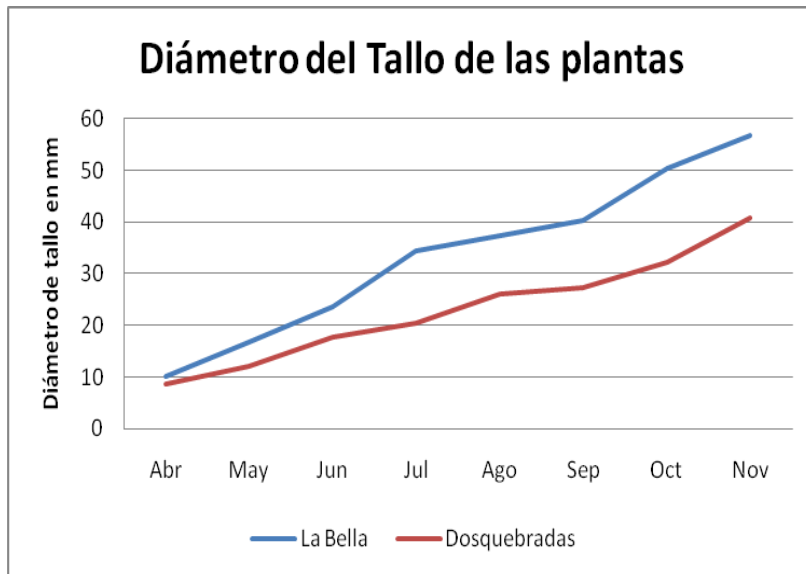


Figura 2

Floración los primeros cojines florales se caracterizan por su estructura uniforme, presentándose un cúmulo de tejido de coloración morada sobresaliendo del tallo, se contaron los cojines florales cada mes y notándose un ligero incremento de flores en el clima frío moderado de la bella, sin que esto tenga incidencia significativa en el estadístico.

Número de hojas: Entre los dos ambientes donde se realizaron los análisis, no se observaron diferencias estadísticas significativas para el descriptor número de hojas emitidas por las plantas, haciéndose claro que un carácter cualitativo como este es poco influenciado por el ambiente, manteniéndose inalterado en las dos localidades (Vallejo, 2002)

Área foliar: comparando los promedios no se dieron diferencias significativas por ambiente para el área foliar, aunque se nota una mayor área foliar en el clima frío moderado (La Bella) debido a la mayor nubosidad y menor brillo solar reinante en este lugar, que obliga

A que las plantas aumenten su área foliar, como efecto compensatorio para poder captar más energía a causa de la poca luz solar disponible bajo este tipo de ambiente (Serna, 2017).

Figuras 12 Plantas de lulo RC₃ creciendo en la Localidad de La Bella, y 13 las mismas plantas creciendo en la localidad de Dosquebradas.



Figura 4

Figura 3

Fuente: Autoría propia

Figura 14 Comportamiento del número de hojas por planta en dos ambientes.

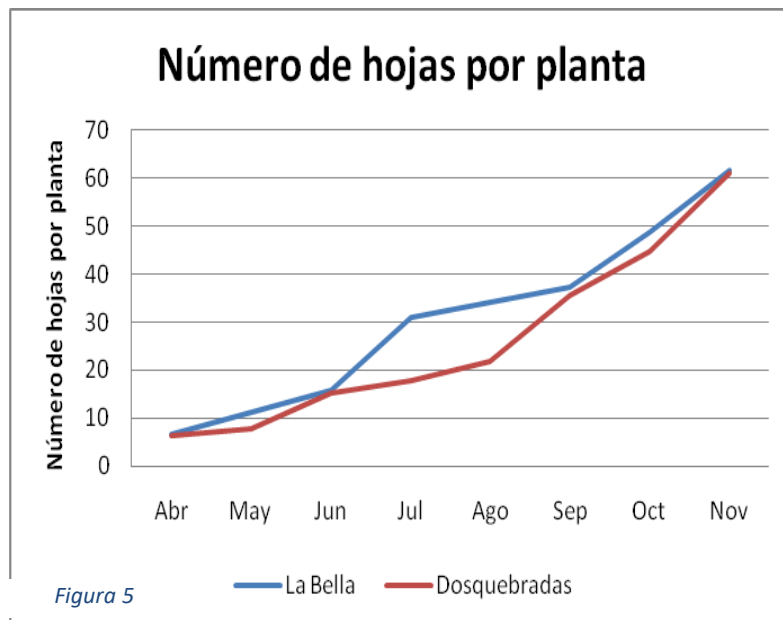


Figura 5

— La Bella — Dosquebradas

Figura 15 comportamiento del Área foliar por planta en dos ambientes

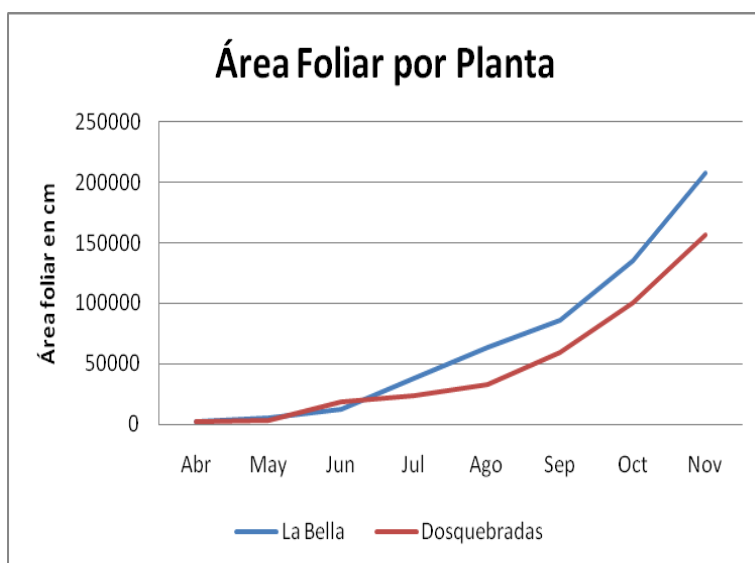


Figura 6

Número de frutos por planta: para este descriptor tampoco se encontraron diferencias estadísticas significativas, sin embargo si se notó un mayor número de frutos en las plantas que crecieron en el clima frío moderado, manteniendo relación con un mayor cuajado de los frutos en este lugar.

Figura16 Producción de frutos por planta en dos ambientes

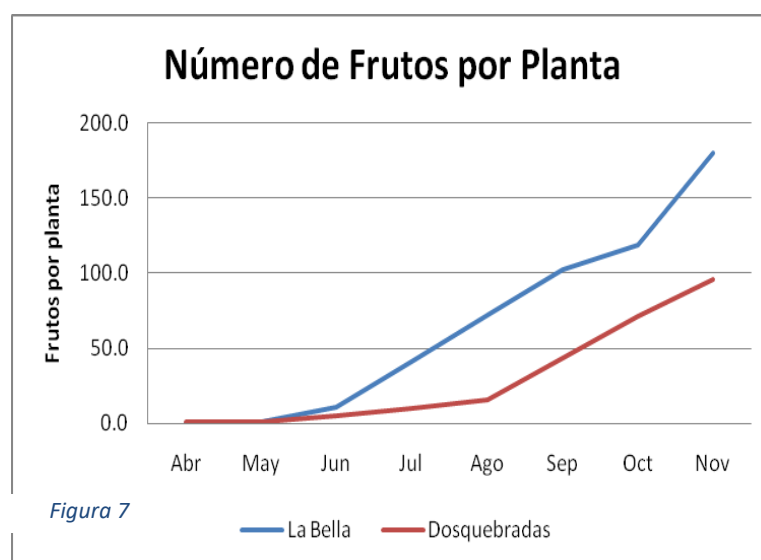


Figura 7

Figura 17 comportamientos diámetro del fruto en dos ambientes

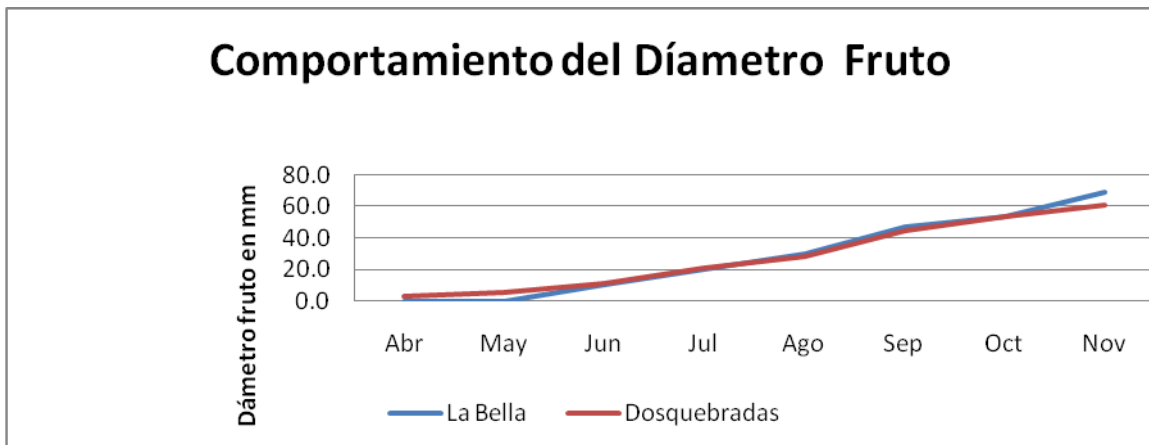


Figura 17

Diámetro del fruto. Aunque no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los ambientes, se evidencia que el ambiente con mejor diámetro del fruto fue clima Frio moderado (La Bella) con 69 mm frente a 60 mm en Dosquebradas, guardando relación proporcional al crecimiento en altura planta y al diámetro del tallo, logradas por las plantas en este ambiente (Ver figura 5c)

Figura 18 plantas de lulo RC2 creciendo en la localidad de la bella, y 19 las mismas plantas en la UNAD Dosquebradas,



Figura 9



Figura 8

Figura 20 fruto de lulo RC2 exhibiendo su tamaño, color de pulpa y semillas, figura 21 planta de lulo RC2 con presencia de larva



Enfermedades que afectaron a las plantas de lulo.

Cladosporium spp. Enfermedad que se caracteriza por manchas cloróticas por el haz de la hoja, produciendo quemazón de la hoja, por el envés de la hoja se observa una mancha café, que corresponde a las esporas del hongo, se recomienda poda y retiro de las hojas.

En las plantas evaluadas se observó la presencia de *Cladosporium* spp. En ambas localidades, durante todas las etapas del cultivo, con elevadas incidencia, alcanzado valores de 50 y 45% en el clima frío moderado (La Bella) y cálido (Dosquebradas) respectivamente (figura 4a). No obstante, la severidad fue baja en todos los muestreos, con un máximo de 3.5% en La Bella y 1.8 en Dosquebradas, encontrándose dentro de los rangos descritos por Botero (2001), como tolerante, (CORPOICA, 2007).

Dieciséis enfermedades causadas por diferentes agentes patógenos (hongos, bacterias y virus), han sido reconocidas en el cultivo, por lo que, su manejo y control se muestran en el siguiente Cuadro.

Manejo y control de las principales enfermedades y virosis del cultivo de lulo

Tabla 8. Manejo y control de las principales enfermedades y virosis del cultivo de lulo

Nombre común	Agente causal	Manejo y control
Mancha o gota de la hoja	<i>Botrytis sp.</i>	Disminuir densidad de plantación. Control químico específico.
Mancha amarilla	<i>Gloesporium sp.</i> <i>Cladosporium sp.</i>	Remoción y quema de las partes enfermas. Control químico.
Mancha negra de los tallos	<i>Cephalosporium sp.</i> <i>Phoma sp.</i>	Remoción de las plantas afectadas. Control químico.
Gotera	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Phytophthora infestans</i>	Remoción de frutos y tallos enfermos. Control químico.
Pudrición algodonosa	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Evitar el cultivo en zonas con altitud mayor de 2.000 m.s.n.m. y lluviosas. Efectuar poda sanitaria de tallos y ramas. Quemar residuos. Desinfectar herramientas de poda. Aplicar fungicida al suelo.
Podredumbre bacteriana	<i>Erwinia sp.</i>	Control de malezas. Construir drenajes. Desinfectar herramientas de poda. Fertilizar apropiadamente. Evitar heridas en planta y frutos. Erradicar y quemar plantas enfermas.
Antracnosis	<i>Colletotrichum gloesporoides.</i>	Disminuir la densidad de plantación. Controlar malezas. Fertilización apropiada. Realizar poda de formación y sanitaria. Quemar los residuos de la poda. Recoger y quemar los frutos enfermos. Controlar plagas. Cosechar oportunamente.
Pudrición amarga	<i>Geotrichum sp.</i>	Control químico con fungicidas sistémicos y de contacto en rotación. Aplicar químicos con base de Cobre durante la floración. Cosechar separando los frutos sanos de los enfermos. Evitar las lesiones y heridas en los frutos. Sumergir los frutos en solución de Tiabendazol a 2500 p.p.m.
Moho verde	<i>Penicillium sp.</i>	Evitar los daños mecánicos en los frutos. Aplicar control químico con Tiabendazol a 2500 p.p.m. No realizar la cosecha cuando exista elevada humedad
Pudrición blanda	<i>Rhizopus sp.</i>	Relativa ni en tiempo seco y frío. Evitar los daños mecánicos y las heridas en los frutos. Cosechar los frutos sanos separados de los enfermos.
Secamiento descendente	<i>Fusarium sp.</i>	Elevar el pH del suelo antes de la siembra.

Cáncer bacterial	<i>Corynebacterium michiganense</i>	No utilizar esquejes ni semillas de plantas afectadas para la propagación. Desinfectar herramientas de trabajo. Control químico en semilleros.
Marchitez bacteriana	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	No sembrar en sitios donde se ha presentado la enfermedad. Eliminar y quemar plantas enfermas. Desinfectar herramientas de trabajo. No emplear esquejes. Utilizar patrón resistente.
Mal del tallo	<i>Rhizoctonia sp.</i>	Realizar control preventivo en semilleros.
Mancha perforada de la hoja	<i>Cercospora sp.</i>	Realizar control químico.
Mosaico rugoso. Amarillamiento de la hoja. Hoja de abanico.	Virus	Utilizar semilla botánica proveniente de plantas sanas. Control de Áfidos. Erradicar y quemar las plantas enfermas.

Alternaria spp. Se presenta en las hojas más viejas y causa lesiones redondas, de bordes irregulares de color café oscuro o castaño, esta enfermedad se presentó en ambas localidades sobre todo en los meses más lluviosos con una incidencia máxima del 20% en la Bella y 15% en Dosquebradas (figura 4a), en cuanto a la severidad fue muy baja con valores de 0.6 y 0.4% para La Bella y Dosquebradas respectivamente mostrando tolerancia a este patógeno según la clasificación de Botero, (2001).

Phytophthora spp. Es una de las enfermedades que causan más afectaciones a los cultivos de lulo en Colombia, generando una marchitez en las hojas, debido a que el hongo ataca al cogollo, y la base del tallo de las plántulas, la lesión es de color pardo oscuro, impidiendo el paso de agua y nutrientes, se presentó especialmente en los meses de mayor precipitación, teniendo una incidencia de 46% en la Bella y 22% en Dosquebradas. La severidad fue muy baja en las dos localidades con valores de 0.6 y 0.4% para La Bella y Dosquebradas respectivamente.

Colletotrichum spp. Afecta principalmente los frutos. Puede controlarse mediante la recolección y eliminación de frutos afectados, control de malezas y aspersión de fungicidas. Se encontró *Colletotrichum* spp., con una incidencia máxima de 27 y 16% en La Bella y Dosquebradas respectivamente y una severidad de 1,6% en La Bella y 0.6% en osquebradas.

Tabla 9. Enfermedades incidencia y severidad

Ubicación	<i>Cladosporium</i> spp		<i>Alternaria</i>		<i>Phytophthora</i> spp		<i>Colletotrichum</i> sp.	
	Inci	Sev	Inci	Sev	Inci	Sev	Inci	Sev
La bella	50	35	20	06	46	06	27	16
D/bradas	45	18	15	04	22	04	16	07

Figura 22 Incidencia y severidad de enfermedades que afectaron al lulo

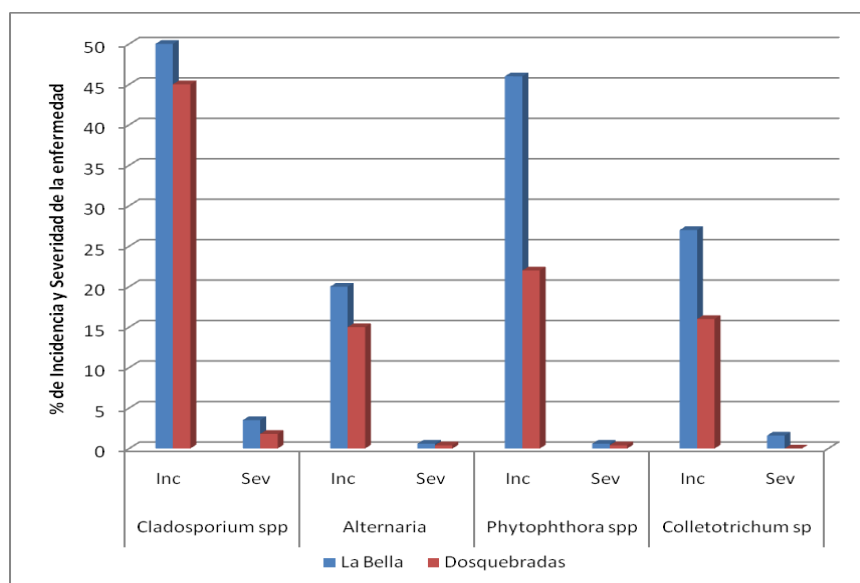


Figura 12

Plagas que afectaron a las plantas de lulo

La permanente poda sanitaria de tallos y hojas a partir del segundo año del cultivo se recomienda como medida profiláctica de gran utilidad contra el ataque de plagas y enfermedades que, en gran número y con mucha frecuencia, están presentes en todo el ciclo

De vida, deteriorando el estado sanitario de las plantas y, por consiguiente, los rendimientos y la calidad de los frutos. Las recomendaciones para el manejo de las principales plagas se muestran en el Cuadro

Manejo y control de las principales plagas del cultivo del lulo.

En la Tabla 10 se presentan las principales plagas que afectaron las plantas de lulo durante el experimento y las medidas de control empleadas.

Tabla 1. Manejo y control de las principales plagas del cultivo del lulo.

Nombre común	Agente causal	Manejo y control
Barrenador del cuello de la raíz.	<i>Faustimus apicalis</i>	Control de malezas. Erradicación y quema de plantas atacadas. Control químico.
Acaro de la hoja	<i>Tetranychus cinnabarinus</i>	Químicos basado en azufre
Acaro del cogollo, flores y frutos.	<i>Tarsonemus sp.</i>	Remoción y quema de las partes afectadas. Control químico.
Áfidos o Pulgones	<i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i>	Biológico con <i>Lysiphebus testaceipes</i> ; <i>Allograpta obliqua</i> y <i>Baccha clavata</i>
Minador de la hoja	<i>Myzus ornate</i>	
Gusano de la flor	<i>Scrobipalpula isochlora</i>	Biológico con <i>Chelonus sp.</i>
Pasador del fruto	<i>Gnorimoschema sp.</i>	Biológico con <i>Chelonus sp.</i>
	<i>Neoleucinodes elegantalis</i>	Recoger y quemar de todos los frutos atacados.
Barrenador del tallo y ramas.	<i>Alcidion sp.</i>	Realizar poda sanitaria de ramas y quemar residuos. Control biológico con <i>Agathis sp.</i>
Palomilla de la raíz	<i>Pseudococcus sp.</i>	Control de malezas. Usar insecticidas de contacto o sistémicos.
Nematodos	<i>Trichodorus sp.</i>	Utilizar patrón resistente

Gusano rosado (*Neoleucinodes elegantalis*): La incidencia de perforador de fruto fue baja, teniendo valores 2.3%; en Dosquebradas y 1% en la Bella (Figura 4b), Sin embargo, la Máxima población promedio encontrada fue de 1 y 1 individuos Dosquebradas y para La Bella respectivamente. Según Villalba *et al.*, 2006 y García *et al.*, 2007, DÍAZ, A.E. 2016; esta

plaga puede causar pérdidas de hasta el 90% debido a que el daño es realizado justamente en los frutos afectados tanto en árbol como en el suelo, deben recogerse semanalmente y enterrarse en fosas alejadas del cultivo. Además, se deben instalar trampas para la captura de los gusanos adultos

Figura 23 imagen fotográfica, fruto de lulo con (*Neoleucinodes elegantalis*) y figura 24 huevos depositados en hoja de lulo.



Figura 13



Figura 14

Figura 25 Incidencia y densidad de plagas que afectaron al lulo

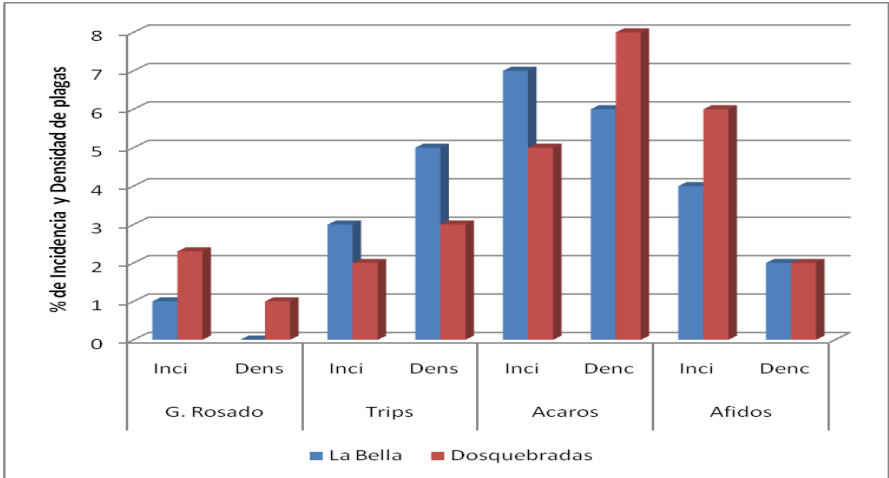


Tabla 21. Plagas que afectaron las plantas de lulo evaluadas

Ubicación	<i>G. Rosado</i>		<i>Trips</i>		<i>Ácaros</i>		<i>Áfidos</i>	
	Inci	Dens	Inci	Dens	Inci	Dens	Inci	Dens
La bella	1	1	3	5	7	6	4	2
D/bradas	23	1	2	3	5	8	6	2

Trips: Son insectos chupadores de ciclo corto y alta tasa reproductiva que incrementan sus poblaciones en épocas de verano, se evidenciaron daños por Trips en el envés de las hojas, con una incidencia máxima del 3% en la Bella y 2% en Dosquebradas. Con una densidad

Promedio de 5 y 3 individuos en La Bella y Dosquebradas respectivamente, sin sobre pasar los umbrales económicos descritos por Ríos *et al.*, (2003).

Ácaros: son el grupo más significativo de la clase de plaga de las plantas, representan un porcentaje promedio del 15 al 20% y generan la mayor pérdida económica de los cultivos. se observaron principalmente en las hojas viejas chupando la savia de la planta dando un color café rojizo o cobrizo característico de la parte atacada, con una incidencia de 7 y 5% para la Bella y Dosquebradas Respectivamente y las densidades fueron muy bajas de 6 individuos para la Bella y 8 individuos para Dosquebradas (ICA, 2011).

Áfidos: son plagas secundarias del cultivo, pero pueden ser transmisores de virus, son insectos chupadores atacan los tejidos, se presentó incidencia en ciertas épocas de invierno, con una incidencia máxima de 4% para la Bella y 6% para Dosquebradas: la densidad fue de 2 Áfidos en cada localidad, no sobrepasando los umbrales descritos por Ríos *et al.*, (2003).

Encuestas: Se realizaron tres encuestas diferentes, a un grupo de 60 personas escogidas de manera aleatoria, para que dieran sus conceptos sobre tres valores organolépticos del híbrido SOLOUNAD-DOS, los cuales fueron: sabor, color y aroma, tomando unos frutos totalmente desarrollados (maduros), se prepara un jugo, sin azúcar para realizar una degustación de las tres variables ya mencionadas.

Dentro de las características señaladas, marque su grado de aceptación de 1 a 5 siendo 1 el menor grado de aceptación y 5 el mayor grado de aceptación.

Tabla 32. Escala para la valoración de las variables

<i>Variables</i>	Escala de valores				
	1	2	3	4	5
Sabor					X
Color				X	
Aroma					X

Conclusiones

El cultivar de lulo RC₃ presenta un comportamiento morfoagronómico similar en el clima frío moderado (La Bella), que en el clima medio (Dosquebradas) evidenciando su estabilidad agronómica, dada por la constitución genética de sus parentales que le permite, expresar su potencial productivo en los dos ambientes, para los cuales fue mejorado.

Se presentaron varias enfermedades, siendo las más representativas por su severidad *Cladosporium* spp; *Phytophthora* spp y *Colletotrichum* sp;

Se presentaron varios insectos y ácaros plagas pero su incidencia y densidad fue baja en especial para el caso *N. elegantalis*, y nematodos, mostrando que el nuevo material presenta altos niveles de tolerancia a estas plagas tan limitante para el cultivo de lulo.

Recomendaciones

Con lo demostrado en el análisis y resultados de esta investigación en términos morfoagronómicos, se recomienda continuar evaluando el nuevo cultivar en diferentes zonas o regiones del país cuantificando su productividad y aceptación por parte de los consumidores, y así evidenciar el ambiente de mayor potencial agronómico, de esta forma facilitar la introducción de este nuevo cultivar en diferentes zonas productoras de lulo del territorio nacional.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por los aportes económicos a esta investigación. A los revisores pares por sus aportes que ayudaron a mejorar el manuscrito.

Referencias

- Agrpecuario, I. I. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de lulo (Solanum quitoense Lam) Medidas para la temporada invernal*. Bogota Colombia: Camilo Vasquez Gonzalez.
- BERNAL, J., & LOBO, M. y. (1998). Documento de presentacion del material lulo "la selva" Corpoica. En J. BERNAL, & M. y. LOBO, *Documento de presentacion del material lulo "la selva"Corpoica* (pág. 77Pp). Rionegro, Antioquia, Colombia.
- BERNAL, J., & LOBO, M. y. (1998). Documento de presentacion del material lulo "la selva" Corpoica. En J. BERNAL, & M. y. LOBO, *Documento de presentacion del material lulo "la selva"Corpoica* (pág. 77Pp). Rionegro, Antioquia, Colombia.
- BOTERO, M. 2001. Tabla y diagrama de severidad de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en tomate de árbol. Citado en: Montes Rojas, C., Muñoz, L., Terán G, V., Prado C, F., & Quiñónez, M. (2010). Evaluación de patógenos en clones de lulo (*Solanum quitoense* Lam.). *Acta Agronómica*, 59(2): 144-154.
- DIA, A. (2016). *Aspectos ecologicos y evolutivos del perforador del fruto Neoleucinodes elegantalis (Guenee) (Lepidoptero: Crambidae).Un enfoque para orientar las estrategias de manejo en cultivos de solanaceas*. Colombia.
- Floriano Q., J. A. (2007). Enfermedades y plagas del cultivo del lulo (*Solanum quitoense*) en el departamento del Huila. En J. A. Floriano Q., *Enfermedades y plagas del cultivo del lulo (Solanum quitoense) en el departamento del Huila* (pág. Pp33).
- Floriano Q., J. A. (2007). Enfermedades y plagas del cultivo del lulo (*Solanum quitoense*) en el departamento del Huila. En J. A. Floriano Q., *Enfermedades y plagas del cultivo del lulo (Solanum quitoense) en el departamento del Huila* (pág. Pp33).

- GARCIA, J., CHAMORRO, L., FLORIANO, J., & VERA, L. y. (2007). *Enfermedades y plagas del cultivo de lulo (Solanum quitoense) en el departamento del huila*. Huila.
- LOBO, M. (2004). *Recursos geneticos de especies frutales: En: Memorias VIII Congreso Venezolano de Fruticultura*. Maracaibo, Venezuela.
- MEDINA, C., & LOBO, M. y. (2009). *State of knowledge review on the productive function of lulo (Solanum quitoense Lam) In Colombia*. Colombia: Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria.
- MUÑOZ, L. (2010). *Evaluacion agronomica de materiales de lulo Solanum sp, frutal de alto potencial para zonas tropicales*. Colombia: Tesis de maestria, Facultad de ciencias Agropecuarias.
- POLANCO, P. G. (2018). *Evaluacion de la resistencia de un hibrido F1 de Solanum quitoense Lam, Neoleucinodes elegantalis (Guenee) y Meloidogyne incognita*. *Ciencia Tecnologia Agropecuaria*.
- RESTREPO, A., BETANCOURT, M., PALACIOS, S., GARCIA., B., & TABARES, A. y. (20017). *El cultivo de lulo "la selva" en el departamento de Risaralda. Santa Rosa de Cabal*. UNISAR.
- RIOS, F., BACA, P., SOSA, F., VALLE, E., SALGADO, T., PITY, A., y otros. (2003). *Niveles y umbrales de daños economicos de las plagas*.