

**EVALUACION DE 40 GENOTIPOS DE TOMATE DE ARBOL (*Cyphomandra  
betacea (Cav.) Sendt.*) EN LA ZONA ANDINA DE NARIÑO**

**CARLOS ANDRES BENAVIDES CARDONA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
MAESTRIA EN CIENCIAS AGRARIAS  
AREA DE ENFASIS PRODUCCION DE CULTIVOS  
SAN JUAN DE PASTO**

**2012**

**EVALUACION DE 40 GENOTIPOS DE TOMATE DE ARBOL (*Cyphomandra  
betacea (Cav.) Sendt.*) EN LA ZONA ANDINA DE NARIÑO**

**CARLOS ANDRES BENAVIDES CARDONA**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Magíster en Ciencias Agrarias con Énfasis en Producción de Cultivos**

**Director de Trabajo**

**HERNANDO CRIOLLO ESCOBAR I.A., M.Sc**

**Coopresidente**

**TULIO CESAR LAGOS BURBANO I.A., Ph.D**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
MAESTRIA EN CIENCIAS AGRARIAS  
AREA DE ENFASIS PRODUCCION DE CULTIVOS  
SAN JUAN DE PASTO**

**2012**

## **NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

**OSCAR EDUARDO CHECA CORAL. I.A. Ph.D .**

**Jurado delegado**

---

**NESTOR ANGULO. I.A. M.Sc,**

**Jurado**

---

**ANTONIO BOLAÑOS ALOMIA. I.A. M.Sc,**

**Jurado**

---

**HERNANDO CRIOLLO ESCOBAR I. A. M.Sc.**

**Presidente**

---

**TULIO CESAR LAGOS BURBANO I. A. Ph.D**

**Coopresidente**

**San Juan de Pasto, Diciembre de 2011**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son  
responsabilidad exclusiva de los autores”**

**Artículo 1° del Acuerdo n° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del  
Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

**Dedicado a:**

A mis padres

A mis hermanos

A mis sobrinos

A mis demás familiares

A mis amigos (as)

## AGRADECIMIENTOS

DIOS.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Universidad de Nariño.

Grupo de Investigación en Producción de Frutales Andinos (GPFA) de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

Tulio Cesar Lagos Burbano. I.A. Ph.D.

Hernando Criollo Escobar. I.A. M.Sc.

Oscar Eduardo Checa Coral. I.A. Ph.D.

Néstor Angulo. I.A. M.Sc.

Antonio Bolaños. I.A. M.Sc.

Sandra Insuasty. I.A.

Camilo Ordoñez. I.A.

Overman Torres Quiñones. I. Af.

Rubén Valencia Montaña. I. Af.

Stefani David Meza. I. Af.

Andrés Lasso I.A.

Zahara Lucia Lasso I.A.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCION .....	16
II. MARCO TEORICO .....	18
2.1 Los Frutales Andinos en Colombia .....	18
2.2 Generalidades del Cultivo .....	18
2.2.1 Situación del tomate de árbol en Colombia .....	19
2.2.2 Requerimientos agroclimatologicos del cultivo .....	21
2.2.3 Manejo y problemática del cultivo .....	22
2.3 Variabilidad genética.....	26
2.4 Mejoramiento Genético.....	26
III. MATERIALES Y METODOS.....	33
3.1 Localización.....	33
3.2 Genotipos evaluados a través de las localidades en la zona alto andina del departamento de Nariño.....	33
3.3 Diseño y área experimental .....	34
3.4 Manejo agronómico .....	37
3.4.1 Preparación del terreno y siembra de los genotipos.....	37
3.4.2 Fertilización y manejo sanitario.....	38
3.5 Participación de productores en la selección de variables a evaluar....	39
3.6 Variables a evaluar .....	40
3.6.1 Días a poda (DAP).....	40
3.6.2 Diámetro basal al momento de la poda (DBPP) .....	40
3.6.3 Diámetro basal en el momento de floración (DBMF) .....	40
3.6.4 Número de ramas después de la poda (NRDP) .....	41
3.6.5 Angulo de inserción de las ramas (AIR).....	41
3.6.6 Longitud de las ramas (LR).....	41
3.6.7 Días a floración (DF).....	41
3.6.8 Número de racimos (NR) .....	41

3.6.9	Número de flores por racimo (NFR).....	41
3.6.10	Número de frutos por racimo (NFPR) .....	42
3.6.11	Diámetro polar de frutos maduros (DPFM) .....	42
3.6.12	Diámetro ecuatorial de los frutos (DEFM).....	42
3.6.13	Días a cosecha (DAC) .....	42
3.6.14	Número de semillas (NS).....	43
3.6.15	Grosor del mesocarpo (DEM) .....	43
3.6.16	Relación pulpa semilla (RPSE).....	43
3.6.17	Sólidos solubles totales (SST) .....	43
3.6.18	pH (pH) .....	44
3.6.19	Dureza del fruto (DFRU).....	44
3.6.20	Porcentaje de Ácido cítrico (AC).....	44
3.6.21	Peso promedio de un fruto (PPF) .....	44
3.6.22	Diámetro de la cavidad interna del fruto (DCIF).....	45
3.6.23	Peso de 1000 semillas (P1000S).....	45
3.6.24	Contenido de jugo por fruto (CJF) .....	45
3.6.25	Presencia de enfermedades (PENF) .....	45
3.6.26	Rendimiento (RTO).....	45
3.7	Análisis de la información .....	46
3.8	Análisis de estabilidad .....	46
IV.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	48
4.1	Análisis de Correlación. ....	48
4.2	ANDEVA combinado de las variables cuantitativas de los 40 genotipos de <i>C. betacea</i> evaluadas en cuatro localidades de la zona alto andina de Nariño. ....	51
4.3	ANDEVA por localidad.....	54
4.3.1	Número de frutos por racimo (NFPR) .....	54
4.3.2	Diámetro ecuatorial de fruto maduro (DEFM) .....	58
4.3.3	Sólidos solubles totales (SST) .....	61
4.3.4	Contenido de jugo del fruto (CJF).....	63
4.3.5	Rendimiento (RTO).....	66



4.4	Análisis de estabilidad. ....	70
4.4.1	Análisis de estabilidad AMMI para la variable número de frutos por racimo (NFPR).....	70
4.4.2	Análisis de estabilidad AMMI para la variable sólidos solubles totales (SST) .....	74
4.4.3	Análisis de estabilidad AMMI para la variable rendimiento (RTO) .....	77
V.	CONCLUSIONES .....	83
VI.	RECOMENDACIONES.....	84
	BIBLIOGRAFIA.....	85
	ANEXOS .....	95

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Descripción y origen de los tratamientos utilizados para el establecimiento del presente trabajo. ....	36
<b>Tabla 2.</b> Características fisicoquímicas de los suelos de las localidades en evaluación.....	37
<b>Tabla 3.</b> Análisis de correlación de Pearson para las variables DAPP, DBPP, DBMF, NRDP, AIR, LR, DF, NR, NFR, NFPR, DAC, DPFM, DEFM, NS, DEM, RPSE, SST, PH, DFRU, AC, PPF, DCIF, P1000S, CJF, PENF y RTO. De 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en la zona andina de Nariño.....	49
<b>Tabla 4.</b> ANDEVA combinado para las variables DAP, DBPP, DBMF, NRDP, NFR, NFPR, DAC, DEFM, DEFM, NS, DEM, RPSE, SST, PH, DFRU, AC, PPF, DCIF, P1000S, CJF, PENF y RTO. De 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en la zona andina de Nariño. ....	52
<b>Tabla 5.</b> ANDEVA de las variables agronómicas de calidad y rendimiento para los 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>C. betacea</i> ) evaluados en cuatro municipios de Nariño. ....	55
<b>Tabla 6.</b> Comparación de promedios (DMS) para la variable número de frutos por racimo (NFPR) de 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto. ....	57
<b>Tabla 7.</b> Comparación de promedios (DMS) para la variable diámetro ecuatorial en mm de fruto maduro (DEFM) de 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto. ...	59
<b>Tabla 8.</b> Comparación de promedios (DMS) para la variable sólidos solubles totales (SST) °Brix, de 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto. ....	62
<b>Tabla 9.</b> Comparación de promedios (DMS) para la variable contenido de jugo del fruto (CJF) en ml de jugo en 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto. ....	65

<b>Tabla 10.</b> Comparación de promedios (DMS) para la variable rendimiento (RTO) en t/ha <sup>-1</sup> de 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto. ....	67
<b>Tabla 11.</b> Varianza total y porcentaje acumulado de los componentes principales para la variable número de frutos por racimo (NFPR) de 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.....	70
<b>Tabla 12.</b> Resultados de los scores para la gráfica del biplot de la variable NFPR de 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.....	71
<b>Tabla 13.</b> Varianza total y porcentaje acumulado de los componentes principales para la variable sólidos solubles totales SST de 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.....	74
<b>Tabla 14.</b> Resultados de los scores para la gráfica del biplot de la variable sólidos solubles totales SST de 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto. ....	75
<b>Tabla 15.</b> Varianza total y porcentaje acumulado de los componentes principales para la variable RTO de 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto. ....	78
<b>Tabla 16.</b> Resultados de los scores para la gráfica del biplot de la variable rendimiento (RTO) de 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto. ....	79

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Biplot generado para la Variable NFPR de 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto. ....	73
<b>Figura 2.</b> Biplot generado para la variable sólidos solubles totales SST de 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.....	76
<b>Figura 3.</b> Biplot generado para la variable rendimiento (RTO de 40 genotipos de tomate de árbol ( <i>Cyphomandra betacea</i> (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto. ...	80

## LISTA DE ANEXOS

Pág.

- Anexo A.** Formato de encuesta realizado a agricultores en los talleres de socialización del proyecto .....95
- Anexo B.** ANDEVA combinado para las variables DAPP, DBPP, DBMF, NRDP, AIR, LR, DF, NR, NFR, NFPR, DAC, DPFM, DEFM, NS, DEM, RPSE, SST, PH, DFRU, AC, PPF, DCIF, P1000S, CJF, PENF y RTO. De 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en la zona andina de Nariño.de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en la zona andina de Nariño. ....97
- Anexo C.** Comparación de promedios (DMS) para las variables DBPP, DAC, DBMF, AIR, NFPR, DEFM, DEM, SST, DCIF, CJF y RTO de 40 genotipos de tomate de árbol en cuatro municipios de la Zona Andina.....98

## RESUMEN

Se evaluó el comportamiento agronómico de 40 genotipos de tomate de árbol *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt. A través del estudio de su adaptabilidad y estabilidad en los municipios de Pasto, Buesaco, San Pedro de Cartago y Guaitarilla pertenecientes a la Zona Andina del departamento de Nariño. A través de la participación de agricultores se determinaron las variables a tener en cuenta para este estudio y así determinar las características de importancia agronómica y de calidad para los productores.

La priorización de variables se realizó a través de un análisis de correlación permitiendo descartar dieciséis de las veintiséis variables inicialmente evaluadas. seleccionando para el análisis de resultados: (DAP), diámetro basal al momento de la primera poda (DBPP), días a cosecha (DAC), diámetro basal en el momento de la floración (DBMF), número de frutos por racimo (NFPR), diámetro ecuatorial del fruto maduro (DEFM), grosor del mesocarpo (DEM), diámetro de la cavidad interna del fruto (DCIF), contenido del jugo del fruto (CJF) y rendimiento (RTO) por permitir estas analizar el comportamiento general de los genotipos en evaluación. Mediante un ANDEVA combinado y la aplicación del modelo de estabilidad AMMI se pudo concluir, que los genotipos CBb05, CBa09, CBb04, CBc14, Cbp22, Cbg30, CBc15, CBc16, CBp25, CBco41, y CBc13 presentaron adaptabilidad positiva a través de las localidades en evaluación para las variables NFPR, SST y RTO, indicando para todos los casos valores cercanos y superiores a la media general de todos los genotipos. Recomendando entonces la evaluación de estos genotipos en otros ambientes productores de la zona andina de Nariño.

## ASBTRACT

There were evaluated the agronomic performance of 40 genotypes *Cyphomandra betacea* tree tomato (Cav.) SendT. Through the study of its adaptability and stability in the municipalities of Pasto, Buesaco, San Pedro de Cartago and Guaitarilla belonging to the Andean Region of Nariño. Through the help and participation of farmers there were identified the variables to be considered for this study and determine the characteristics of agronomic and quality for producers.

The prioritization of variables made through correlation analysis allow the exclusion sixteen of the twenty-six variables initially assessed by selecting for analysis of results, days pruning (DAP), basal diameter at the time of the first pruning (DBPP), days to harvest (DAC), basal diameter at the time of flowering (DBMF), number of fruits per cluster (NFPR), ripe fruit equatorial diameter (DEFM), thickness of the mesocarp (DEM), diameter of the inner cavity of the fruit (DCIF), content of the fruit juice (CJF) and performance (RTO), allowing analyze the overall behavior of the genotypes under evaluation. Through a combined ANOVA model and the application of AMMI stability could conclude that genotypes CBb05, CBa09, CBb04, CBc14, Cbp22, Cbg30, CBc15, CBc16, CBp25, CBco41 and CBc13 presented positive adaptability across locations in NFPR evaluation variables, SST and RTO, indicating in all cases values near and above the general average of all genotypes. Recommending then the evaluation of these genotypes in environments other producers in the Andean region of Nariño.

## I. INTRODUCCION

El tomate de árbol es originario de los Andes, sin embargo en América Latina solamente es cultivado de manera extensiva en Ecuador y Colombia. Junto con estos países suramericanos, otros como Nueva Zelanda, Kenia, Sri Lanka e India, son los principales productores a nivel mundial (Pringle y Murray, 1991).

La importancia del tomate de árbol en la fruticultura colombiana se puede deducir de su comportamiento a través de la última década, en la cual se observó un crecimiento del área sembrada de un 0,3% anual. Situación causada posiblemente por los decrecimientos observados en el mismo lapso de tiempo en producción y rendimiento que fue de -0,4 y -0,7% respectivamente. Para el año 2010 la producción nacional fue de 122,500 toneladas cosechadas en 7504 hectáreas (Agronet, 2010).

Una de las causas del crecimiento negativo del cultivo es la escasa oferta de cultivares mejorados. En Colombia la variabilidad se basa en dos tipos de tomate: el tomate de árbol común, de color amarillo a naranja y el tomate tamarillo que produce frutos de color rojo (Aristizabal, 1997). Además, la producción de tomate de árbol proviene en su gran mayoría de pequeñas parcelas, con bajo nivel tecnológico, uso indiscriminado de pesticidas, alta incidencia de plagas y enfermedades, situación que se origina en el uso de variedades regionales susceptibles a patógenos y la utilización de plántulas provenientes de semillas no seleccionadas con ninguna o escasa asistencia técnica (Lobo, 2006).

Este trabajo se orientó hacia la identificación de genotipos élite, partiendo de la variabilidad existente en la colección de trabajo de la Universidad de Nariño, que cuenta con 40 introducciones provenientes de las zonas productoras de Nariño, Putumayo y norte del Ecuador. Esta colección ha mostrado cierto nivel de variabilidad en cuanto a tipo y calidad de fruto, respuesta a enfermedades y



capacidad de carga. Esta colección ha sido el punto de partida del programa mejoramiento genético de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt.) para la zona productora de Nariño y putumayo, planteado por el Grupo de Investigación de Producción de Frutales andinos (GPFA), el cual nace de la necesidad que existe por potenciar y desarrollar la cadena productiva de esta solanácea en la zona andina de los departamentos de Nariño y Putumayo. Este programa tiene los componentes de investigación y desarrollo tecnológico, los cuales contribuirán a la sostenibilidad de la producción de la especie, buscando obtener genotipos superiores que mejoren el rendimiento y la calidad de la fruta.

Es por esta situación que se planteó el presente trabajo con el objetivo general de contribuir al desarrollo del cultivo del tomate de árbol a través de la selección participativa de genotipos, mediante el cumplimiento de los objetivos específicos propuestos que fueron; Evaluar el comportamiento de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.), mediante el estudio de su estabilidad a través de cuatro localidades de la zona andina del Departamento de Nariño.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 Los Frutales Andinos en Colombia

En Colombia las especies frutales están distribuidas en todos los pisos térmicos, desde cero hasta los 2800 msnm. En el 2006, su cultivo ocupa un área aproximada de 196.773. Estos generan en promedio 227 jornales/ha/año, siendo la vid la que más jornales utiliza con 500 jornales año ha<sup>-1</sup> (Toro, 2001 y Tafur, 2006).

Los frutales andinos, entre los cuales se encuentran especies exóticas con gran potencial comercial como el lulo (*Solanum quitoense*), la uchuva (*Physalis peruviana*) y el tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav Sendt.), pertenecientes a la familia Solanácea, son una alternativa productiva para los agricultores de la zona alto andina. Esto deriva de una serie de consideraciones como son: existencia de amplia variabilidad genética, presencia de nichos ecológicos adecuados para la producción, posibilidades de creación de capital a nivel de los productores, potencial agroindustrial, aceptación de las frutas por parte de los consumidores locales y de otras regiones del mundo y el ser estas especies una alternativa de diversificación de cultivos ilícitos (Lobo, 2004).

### 2.2 Generalidades del Cultivo

Según el Ministerio de Agricultura en el año 2008 el departamento de Nariño presentó la más baja producción de tomate de árbol (1%), con respecto a los otros departamentos productores (Antioquia, Cundinamarca, Tolima, Boyacá, Huila, Santander, Cesar y Valle). De igual forma presentó también un rendimiento que está muy por debajo del promedio Nacional 11,6 t ha<sup>-1</sup> con respecto a 19 t ha<sup>-1</sup>,

respectivamente, siendo Antioquia el departamento que posee el mayor rendimiento con 32 t ha<sup>-1</sup>.

La especie ocupa el cuarto lugar en producción de frutas frescas a nivel nacional y representa para Colombia la tercera fruta de exportación después de la uchuva y banano bocadillo. En Nariño los municipios con mayor producción de tomate de árbol son. Tambo con 120 Has sembradas y Funes con 104 Has, produciendo 400 y 740 ton respectivamente (Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente, 2008).

### **2.2.1 Situación del tomate de árbol en Colombia**

El tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav Sendt) se muestra como una de las especies con mayor proyección para emprender proyectos productivos con miras a la exportación como fruta exótica que resalta por sus cualidades nutricionales, especialmente sus propiedades de reducción de colesterol, su alto contenido de fibra, vitaminas A y C, y su bajo nivel de Calorías. Es rico en minerales, especialmente Calcio, Hierro y Fósforo; contiene niveles importantes de proteína y caroteno. Fortalece el sistema inmunológico y la visión, además de funcionar como antioxidante. Es además una buena fuente de pectina (Espinal *et al.*, 2005).

La mayoría de las frutas andinas tienen un gran potencial para incluirlas en sistemas de cultivo con fines de exportación, debido a la gran aceptación de frutas exóticas en los mercados internacionales, tal es el caso del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav Sendt). A pesar de esta riqueza y del gran potencial de estas especies, muchas de ellas todavía se encuentran en estado silvestre, semisilvestre, o en proceso de domesticación (CRFG, 2007).

En Colombia se ha venido incrementando el cultivo del tomate de árbol durante la última década. Los cultivos se encuentran en toda la zona Andina de los departamentos de Nariño, Cauca, Huila, Tolima, Valle, Caldas, Quindío, Antioquia, Cundinamarca y Boyacá; esto como consecuencia del aumento de la demanda

ocasionada por el hábito de consumo y por la ampliación del mercado internacional de esta especie; además de la buena calidad, la rápida producción y los precios bajos, en comparación con otras frutas utilizadas en la canasta familiar (Tamayo *et al.*, 1999).

El crecimiento mostrado por el sector frutícola colombiano ha impactado positivamente en el desarrollo socioeconómico de las zonas productoras. Lo anterior se sustenta principalmente en indicadores como la potencialidad para la generación de empleo rural, la posibilidad de producir ingresos agropecuarios no tradicionales, la identificación de alternativas sostenibles de producción en zonas donde existe un alto nivel de degradación de los recursos naturales y el papel determinante para el posicionamiento de la agroindustria en el País (Bernal y Díaz, 2003). En este sentido, una hectárea de tomate de árbol ocupa 277 jornales, representados en trabajo calificado y no calificado (Espinal *et al.*, 2005). Estos valores son superiores a los cultivos tradicionales como el algodón, la caña de azúcar y la palma que ocupan 70, 82 y 90 jornales/ha/año, respectivamente (Toro, 2001).

El tomate de árbol es una fruta exótica con delicioso sabor y aroma. La planta tiene de 2 a 3 m de altura, que pertenece a la Familia de las Solanáceas; Tiene cualidades físicas, nutritivas y organolépticas (alto contenido de proteína y vitamina A, etc.), similares a las mejores frutas que actualmente se consumen. Pese a sus características sobresalientes no se le da la importancia que merece dentro de la alimentación humana. El consumo del tomate de árbol ha tenido un incremento significativo en los últimos años, consumiéndose en campos y ciudades de Ecuador y Colombia principalmente; lo que ha traído como consecuencia también un incremento sostenido de las áreas cultivadas (Prohens y Nuez, 2005).

Colombia cuenta con ofertas ambientales óptimas para el cultivo pero aún no ha hecho uso de su variabilidad y biodiversidad. Por lo tanto, los agricultores se ven

enfrentados a problemas de diferente índole, entre ellos los fitosanitarios, que no permiten explotar el potencial genético de la fruta (Tafur, 2006).

### **2.2.2 Requerimientos agroclimatológicos del cultivo**

El tomate de árbol es una planta de climas templados y fríos, se desarrolla bien en temperaturas entre 13° a 24°C, siendo la óptima entre 16° y 19°C. No necesita gran humedad atmosférica, razón por la cual se cultiva frecuentemente en zonas altas de clima seco. Esta planta se desarrolla en altitudes que varían de 1000 a 30000 msnm, aunque puede desarrollarse desde el nivel del mar. En altitudes inferiores a los 1000 m la fructificación es menor porque durante la noche la temperatura no es suficientemente baja (Federación Nacional de Cafeteros, 2004).

Para Bernal (1993) el cultivo prospera bien en alturas de 1500 a 2600 msnm, con una temperatura entre 16 a 22°C. Afirman que el mayor rendimiento se presenta en altitudes de 2300 a 2550 msnm y a temperaturas entre 13 y 16°C, con una precipitación que varía entre 1400 y 2750 mm de lluvia anual.

Es una planta arbustiva, de tallo semileñoso que alcanza buen desarrollo bajo condiciones favorables y puede alcanzar una altura de 2 a 5 metros. El tallo es de consistencia leñosa y se ramifica entre los 8 y 10 meses de edad en forma casi paralela al suelo (Prada y Basto, 2004).

Los mismos autores afirman, que las hojas son simples, grandes, persistentes, alternas, dispuestas en espiral en el tallo. Tiene una nervadura central predominante, las primeras hojas son de gran tamaño, de consistencia coriácea y color verde pálido en el envés, las hojas nuevas son de color carmelita, color morado cuando jóvenes y verde oscuro cuando maduran.

La inflorescencia está compuesta por largos ejes glabros, flores perfectas, hermafroditas. Presentan cinco sépalos, cinco pétalos y presenta como estaminal

con estambres entre sí. Esta planta es alógama (Bohs, 1994). El fruto es una baya, bilocular, de color rojo o amarillo, según la variedad (García *et al.*, 2002). Colombia produce dos tipos de variedades: el tomate de árbol común que produce frutos de color amarillo-naranja y el tomate tamarillo que produce frutos rojos. Este último es el que exporta Colombia. El tomate de árbol se caracteriza por ser una fruta altamente nutritiva, rica en vitamina A y C y en minerales como calcio, hierro y fósforo, con bajos niveles de calorías. Además tiene un alto contenido de pepsina, pH ácido y sabor agridulce, factores que la hacen atractiva para el procesamiento industrial (MADR y OAC, 2005).

### **2.2.3 Manejo y problemática del cultivo**

El tomate de árbol se puede propagar de forma sexual (semilla) y asexual (vegetativamente) mediante estacas, acodos o injertos. Se adapta muy bien a todo tipo de suelo, sin embargo su mejor desarrollo se da en suelos de textura media, con buen drenaje y contenido de materia orgánica. En general las distancias más usadas para la siembra de tomate de árbol son de 3 x 3 m, sin embargo se puede sembrar a 2,5 X 3 m, dependiendo de la topografía, la fertilidad del suelo y las condiciones climáticas que se presenten en la zona (Amaya y Julca, 2006).

En Nariño y Putumayo, al igual que en otros países, no existen material de siembra certificado, ni variedades comerciales. Los cultivos presentan frutos heterogéneos en tamaño, color y forma, aun dentro de una misma plantación. Algunos de los materiales de siembra empleados por los agricultores del Valle de Sibundoy exhiben características de resistencia a la antracnosis y al tizón tardío (Lobo, 2006).

Dentro de los problemas sanitarios más limitantes en el cultivo de tomate de árbol se reportan Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz), Cenicilla, Oidio, Mildew polvoso (*Oidium* Link), Virosis de tomate de árbol (Virus alargado y

flexuoso), Nematodos del nudo (*Meloidogyne incognita* K & W, *Meloidogyne javanica* T, *Meloidogyne hapla*, *Meloidogyne exigua* G.; (Pablo y Tamayo, 2001).

Dentro de las plagas más importantes que afectan el cultivo están: *Neoleucinodes elegantalis* (pasador del fruto), *Leptoglossus zonatus* (chinche foliado), *Aphis gossypii* (áfidos) y *Anastrepha spp* (mosca de las frutas).

Así mismo, poblaciones de los genotipos tomate amarillo y rojo han sido evaluados “in leaf” por su resistencia a *Phytophthora infestans* mostrando diferencias significativas en los parámetros de patogenicidad evaluados (Revelo *et al.*, 2007). Además en el Valle de Sibundoy, se ha detectado un linaje clonal distinto al reportado para esta especie (EC-3) (Tafur, 2006). En esta región es posible encontrar especies silvestres relacionadas con *C. betacea*, específicamente *C. sibundoyensis*.

Su potencial está determinado por la variabilidad genética y su adaptación a condiciones tropicales. Sin embargo, este gran potencial se ve afectado por la condición semisilvestre de la fruta y por la falta de soporte tecnológico, dado que el desarrollo de esta especie como cultivo ha sido fundamentalmente sobre el conocimiento empírico, fruto del esfuerzo de los agricultores. Esto se refleja en la falta de una oferta de genotipos mejorados que suplan las necesidades del productor y ayuden a resolver los problemas fitosanitarios del cultivo en la zona andina del departamento de Nariño (Nuez y Morales, 1999).

Las poblaciones de estos cultivares exhiben un alto grado de vulnerabilidad a problemas sanitarios debido a la co-evolución natural de las poblaciones de los patógenos por el bajo nivel de selección a que ha sido sometida la especie. Igualmente, las semillas que siembran los agricultores tienen un origen desconocido y producen poblaciones con plantas altamente variables y una producción de calidad heterogénea. Ante la escasa oferta de cultivares mejorados, se espera que con la oferta de genotipos, producto del mejoramiento genético, y

siembra de ellos en los campos de agricultores, sea posible disminuir la vulnerabilidad de los cultivos de esta especie a factores bióticos y abióticos y reducir el uso de pesticidas, que cada día contaminan más el ambiente (Nuez *et al.*, 1999).

La investigación ha sido escasa e intermitente y no guarda relación con respecto al número de frutas que Colombia produce y comercializa, lo que ha sido un factor que ha contribuido a la evolución lenta del sector frutícola. En el caso del tomate de árbol no se conocen trabajos tendientes a establecer la aptitud combinatoria específica y la heterosis útil para la especie (Nuez *et al.*, 1999).

Entre los factores abióticos que afectan la producción tenemos las enfermedades causadas por hongos, tales como manchas foliares por *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria* sp. y *Cercospora* sp.; antracnosis o pudrición del fruto por *C. gloeosporioides* y posiblemente por *Colletotrichum acutatum*, Oidio o Ceniza por *Oidium* sp. y la muerte de plantas asociada a *Pythium* sp. y *Phytophthora* sp. (Saldarriaga *et al.*, 2008).

La Antracnosis es una enfermedad que en Colombia causa pérdidas superiores al 50% en tomate de árbol, manzano y mora. Se ha reportado al hongo *Colletotrichum gloeosporioides* como el agente causal de la enfermedad; su manejo se basa fundamentalmente en la aplicación de fungicidas, con resultados poco satisfactorios, lo que motivó la realización de estudios de la verdadera etiología de la enfermedad. La caracterización morfológica del hongo se complementó mediante pruebas moleculares usando oligonucleótidos específicos, dando como resultado que *C. acutatum* es el agente causal de la enfermedad, permitiendo además diferenciar a *C. gloeosporioides* de *C. acutatum*. (Saldarriaga *et al.*, 2008).

Arturo y Goyes en el año 2003, realizaron la caracterización biológica de un problema de etiología viral en cultivos de tomate de árbol en el sur del



departamento de Nariño, que ocasiona síntomas como: presencia de manchas aceitosas, clorosis, ampollamientos, mosaicos y deformaciones de las hojas, además, alteraciones en el tamaño, forma y color del fruto. El virus fue caracterizado en la Universidad de Nariño y fue denominado provisionalmente “Virus de la mancha aceitosa” debido a la sintomatología que presenta, se transmite mecánicamente de planta a planta con una eficiencia del 80 %, con un periodo de incubación del virus de 15 a 20 días. Es de fácil transmisión mecánica a plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) con una eficiencia superior al 40 %. También se transmite por áfidos de la especie *Myzus persicae* en forma no persistente, pero no por semilla sexual. Observaciones al microscopio electrónico revelaron la presencia de partículas largas de 800 nm. La forma de la partícula, su tipo de vector y las propiedades físico-químicas hacen pensar que se trata de un virus del género Potyvirus.

La demanda de alternativas para el manejo de la enfermedad ha creado la necesidad de realizar estudios básicos orientados hacia el diagnóstico y caracterización de las especies. La identificación correcta de un organismo permite conocer los patrones de comportamiento de la especie o del grupo taxonómico, facilita el acceso a la información científica y técnica generada, que se pueda aplicar en el desarrollo de alternativas tecnológicas para la estructuración de planes de manejo de la enfermedad. Además, el conocimiento de la especie del hongo que predomina en una plantación es importante, teniendo en cuenta que las especies de *Colletotrichum* pueden diferir en la sensibilidad a los fungicidas (CORPOICA, 1998 y Schilder, 2003).

Lobo (2002) afirma que la producción promedia en el departamento de Antioquia ha disminuido en los últimos 10 años en más del 10%. Por otra parte Angulo (2007) menciona que la baja productividad se debe principalmente a la presencia de enfermedades producidas por virus (mosaico del tomate) y hongos (*Phytophthora infestans* y *Collethotricum lindemuthianum*), por la falta de material mejorado que garantice una buena productividad.

### **2.3 Variabilidad genética**

El género *Cyphomandra*, nativo de América del Sur y Central, y las Indias Orientales, contiene aproximadamente 40 especies. Entre las especies silvestres que son de consumo, tenemos a *C. betacea*, *C. hartweggi* (Miers) Sendtn ex Walp. También se considera a *C. sibundoyensis* Bohs, *C. uniloba* Rusby, *C. diversifolia* (Dun) Bitt. , *C. casana* Child, *C. fragans* (Hook.) (Bohs, 1988); el mismo autor menciona que estos materiales se diferencian por precocidad, altura de planta, tamaño y color del fruto, resistencia a plagas y enfermedades, productividad etc.

Bohs (1998) afirma que el subgénero *Cyphomandra* del genero *Solanum* incluye cerca de 50 especies distribuidas desde el sur de México hasta el norte de Sur América, incluso hasta el noroeste de Argentina. Cinco especies ocurren exclusivamente en Sur América, donde existen dos principales centros de diversidad, uno en las laderas andinas de Perú y Bolivia y la otra en el sur oriente del Brasil.

### **2.4 Mejoramiento Genético**

En Colombia, esta especie aún se encuentra en proceso de domesticación y los cultivares existentes han sido producto de la selección empírica por parte de los agricultores. Igualmente, las semillas que siembran los agricultores tienen un origen desconocido y producen poblaciones con plantas altamente variables y una producción de calidad heterogénea. Ante la escasa oferta de cultivares mejorados, se espera que con la oferta de genotipos, producto del mejoramiento genético, y siembra de ellos en los campos de agricultores, sea posible disminuir la vulnerabilidad de los cultivos de esta especie a factores bióticos y abióticos y reducir el uso de pesticidas, que cada día contaminan más el ambiente. (Lobo, 2002.)

Toro (2001) menciona que en Colombia se ha trabajado muy poco en mejoramiento del tomate de árbol. Esto se refleja en la falta de una oferta de genotipos mejorados que suplan las necesidades del productor y ayuden a resolver los problemas fitosanitarios del cultivo en la zona andina del departamento de Nariño.

El mismo autor menciona que el uso de genotipos tolerantes a plagas, enfermedades y con buen comportamiento agronómico, influirá directamente en la disminución del uso de pesticidas, menor riesgo de contaminación de las aguas residuales, en suelo y menor riesgo toxicológico para los agricultores y consumidores, lo cual genera una mejor calidad de vida con relación a su salud y a la disminución de los costos de producción. Lo anterior, influye sobre la competitividad del tomate de árbol, en el sentido de que habrá una oferta del producto más sano y de mejor rendimiento, sino por la oportunidad de mejores ingresos.

Ordoñez *et al.* (2007) realizaron una investigación que tuvo como objetivo determinar molecularmente el nivel de variabilidad genética intra e inter varietal existente en cultivos del tomate de árbol en tres provincias del Ecuador, Imbabura, Pichincha y Tungurahua y, basado en esto, identificar las seis variedades reconocidas desde el punto de vista morfológico (amarillo puntón, amarillo gigante, amarillo bola, morado gigante, morado bola y morado común).

Se incluyó de cuatro a cinco individuos por variedad, para un total de 26 accesiones objeto del estudio. La técnica usada fue la ampliación al azar de fragmentos polimórficos de ADN, AFLP. Se seleccionó 8 combinaciones de primers que se consideraron como las más informativas por el número y definición de bandas en el gel y el nivel de polimorfismo develado. Se encontró variabilidad limitada entre accesiones, teniendo un máximo del 18% de distancia entre genotipos del tipo amarillo con respecto a los del tipo morado, pero no fue posible distinguirlas con respecto a la forma del fruto ni a la provincia de origen.

Por otra parte Peñafiel *et al.* (2008), determinaron el nivel de diversidad genética existente en varios cultivos de tomate de árbol de las provincias de Imbabura, Tungurahua y Pichincha, mediante el uso de marcadores microsatélites. Además, se evaluó el nivel de transferibilidad al tomate de árbol, de 53 pares de primers microsatélites desarrollados originalmente para papa (*Solanum tuberosum*). Se usaron 50 accesiones, que abarcaron las seis variedades de tomate de árbol posibles, de acuerdo al tamaño/forma y color del mucílago del fruto.

Existe un trabajo de premejoramiento hecho por CORPOICA La Selva en Colombia en donde se han realizado cruzamientos interespecíficos, especialmente con la especie *C. uniloba* y otras como *C. materna*; sin embargo, no existen genotipos mejorados y no se conocen investigaciones básicas en el área de la aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) y evaluación de híbridos dentro de la especie *C. betacea*, que permitan desarrollar poblaciones mejoradas que sean reconocidas y adoptadas por los agricultores de la zona productora del departamento de Nariño y de Colombia (Lobo, 2006).

Pickersgill (2007) afirma que el uso racional de la variabilidad genética, parte del conocimiento que se tenga acerca de la magnitud y los tipos de acción génica que regulan las diferentes variables de importancia económica.

La utilización del potencial genético de cualquier cultivo depende de la disponibilidad de una amplia variabilidad genética, la que puede encontrarse en el campo o en bancos de germoplasma. En Colombia, CORPOICA tiene a su cargo el Sistema de Bancos de Germoplasma del Estado Colombiano para Alimentación y Agricultura, en Convenio de Cooperación Técnica y Científica, suscrito al tenor de la Ley de Ciencia y Tecnología. En este banco se tiene la mayor colección de tomate de árbol y de especies relacionadas como *C. hartwegii*, *C. pilosa*, *C. uniloba*, *C. sibundoyensis*, y *C. cajanumensis*, entre otras. Estas especies son promisorias para ser cultivadas en algunas regiones andinas o pueden ser útiles en programas de mejoramiento de *Cyphomandra betacea* Cav Sendt. De hecho *C.*

*uniloba*, por ser tolerantes a la antracnosis del fruto del tomate de árbol, es utilizada en un programa de biotecnología y recursos genéticos vegetales adelantado en el C.I. La Selva de CORPOICA (Bernal y Díaz, 2002).

Herencia puede definirse como la transmisión de padres a hijos, de rasgos o características, a través de los genes, El genotipo se refiere al perfil genético de un individuo y el fenotipo se refiere a la apariencia física o característica discernible de un individuo, que depende para su expresión del genotipo, en un ambiente dado (Duque, 2007), por otra parte el mismo autor afirma que el ambiente puede definirse como la suma de circunstancias modulando (enmarcando y/o condicionando) el desarrollo de un individuo o un grupo de individuos y por lo tanto conocer la estructura y naturaleza de la interacción Genotipo- Ambiente es vital para orientar a los mejoradores, en el sentido de decidir si tienen que desarrollar cultivares específicos para ambientes determinados.

La selección de genotipos que interaccionen lo menos posible con el ambiente, ha sido uno de los principales objetivos en los programas de mejoramiento genético tanto de las instituciones estatales como de las empresas que se dedican a la venta de germoplasma. La evaluación de genotipos a través de distintos ambientes, principalmente en ambientes contrastantes, es una de las prácticas más usuales para la recomendación de nuevos materiales a los productores de una región o zona específica.

La Interacción Genotipo-Ambiente (IGA) ocurre cuando hay respuestas diferentes de los genotipos en relación con la variación del ambiente. Esta interacción merece gran importancia en la evaluación de híbridos desarrollados para diferentes circunstancias de producción, es necesario integrar los conceptos de adaptabilidad y estabilidad para definir el comportamiento de genotipos evaluados a través de ambientes contrastantes. La adaptabilidad se refiere a la capacidad de los genotipos de aprovechar ventajosamente los estímulos del ambiente, en

cuanto que la estabilidad se refiere a la capacidad de los genotipos de mostrar un comportamiento altamente previsible en función del estímulo ambiental (Gordon, *et al.*, 2006)

La evaluación de cultivares en diferentes ambientes se realiza con el objetivo de recomendar a aquéllos que se comporten mejor en la mayor cantidad de ambientes de una región determinada. Los cambios en el ordenamiento de los cultivares al cambiar de ambiente indican la presencia de interacción genotipo x ambiente (IGA) y la ausencia de estabilidad para el carácter en cuestión. La estabilidad es el atributo que le permite a los genotipos ajustar su capacidad productiva a la más amplia variación del estímulo ambiental cuando son evaluados en ambientes diferentes (Giménez *et al.*, 2001).

La selección de nuevos genotipos, que permitan incrementar la productividad de los cultivos, se logra eficientemente a través de la evaluación de nuevos materiales en los ensayos regionales (Correa y Carvalho, 1996). En este tipo de ensayos se obtiene un estimador del comportamiento de los cultivares sometidos a diferentes ambientes, es decir, su interacción genotipoxambiente ( $G \times A$ ), la cual se manifiesta cuando las condiciones ambientales repercuten en los efectos diferenciales de los genotipos. Es por ello que la selección de genotipos debe incluir aquellos de alto potencial de rendimiento, que manifiesten estabilidad en la producción cuando son sembrados en diferentes condiciones ambientales (Magary y Kang, 1997).

El uso de estimadores de la estabilidad del rendimiento de cultivares y otras características de interés agronómico permite conocer cómo es el comportamiento de un genotipo respecto a aquellos factores del ambiente que varían con la localidad o de un año a otro. Existe una variada gama de procedimientos uni y multivariados para obtener estimadores de la estabilidad del rendimiento (Gutiérrez, 1992).

Entre los univariados se destaca el método de Eberhart y Rusell (1966) que utiliza la media aritmética de los datos reales y señala que el coeficiente de regresión podría ser utilizado como estimador para medir la respuesta de cada cultivar a los índices ambientales, y que la estabilidad de producción se podía medir por la magnitud de la desviación a partir de una regresión lineal.

Gualberto *et al* (2009) en estudios de adaptabilidad y estabilidad fenotípica de lechuga crespa en cultivo hidropónico, afirman que esta metodología fundamentada en el análisis de regresión lineal simple, cuando se compara a otras metodologías se destaca como una de las mejores ya que expresa los resultados de adaptabilidad y estabilidad de genotipos en diferentes ambientes en función de una mayor facilidad de cálculos e informaciones. Además de eso es el método más indicado cuando el número de ambientes considerados es estricto y presenta un mayor rigor de selección y de discriminación de adaptación del cultivo.

De los métodos multivariados, el modelo AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interactions (Crossa *et al.*, 1990.), traducido como Efectos Aditivos Principales e Interacciones Multiplicativas) ha sido uno de los métodos más empleados, ya que considera que los efectos de los genotipos y el ambiente son aditivos y lineales, lo que permite su estudio por procedimientos de análisis de varianza; mientras que la interacción  $G \times A$  tiene efectos multiplicativos que pueden ser explicados a través del análisis por componentes principales.

En la literatura existen varios modelos estadísticos propuestos que permiten interpretar la interacción  $G \times A$ , estos estudios ofrecen información sobre el comportamiento de cada genotipo ante los cambios ambientales. Crossa *et al.*, (1990) señalan que los análisis de regresión lineal presentan algunas limitaciones como fallas en la linealidad que dificultan explorar ventajosamente la interacción  $G \times A$ . En este sentido, el modelo AMMI fue uno de los modelos más empleados, considerándose que los efectos de los genotipos y los ambientes son aditivos y lineales, permitiendo el estudio por procedimientos de análisis de

varianza convencional; mientras que la interacción  $G \times A$  tiene efectos multiplicativos que pueden ser explicados a través del análisis de componentes principales (Acevedo *et al.*, 2010).

Al respecto, Gonzales *et al.*, (2007), realizaron un comparativo de tres métodos para comparar adaptabilidad de variedades de algodón en diferentes ambientes encontrando diferencias entre una metodología y otra, recomendando la metodología AMMI por tener más componentes en estudio.

En el mismo sentido, Lozano del Rio *et al.*, (2009), evaluaron la producción de materia seca por corte y acumulada en dos cortes de veintidós genotipos de triticale ( $X$  Triticosecale Wittm.) facultativos e intermedios invernales en 14 ambientes del norte de México durante los ciclos 1996-1997 al 1999-2000. La

producción se analizó con el modelo AMMI (Additive Main Effects and

Multiplicative Interaction) mediante la caracterización de los genotipos por la magnitud de su interacción con los ambientes ( $IG^*A$ ) y su estabilidad de rendimiento. El análisis por corte discriminó los materiales de forma eficiente basado en su hábito de crecimiento, clasificando con precisión a los genotipos por su producción y estabilidad.

Alanís *et al.*, (2010), evaluaron el rendimiento de grano y la estabilidad de genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), se sembraron 44 híbridos en 16 ambientes, durante los años 2001 y 2002 en los Estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila, México. La interacción genotipo-ambiente se estimó con el modelo de regresión de Finlay y Wilkinson y con el de efectos principales aditivos e interacciones multiplicativas (AMMI).



### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización.

Para la realización del presente trabajo se contó con 40 genotipos que conforman la colección de trabajo de tomate de árbol (*Cypomandra betacea*), perteneciente al Grupo de Investigación de Frutales Andinos (GIFA) de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño. Estos genotipos fueron evaluados en cuatro ambientes localizados en municipios productores de la zona andina del Departamento de Nariño que representan los rangos altitudinales donde se encuentra distribuida la especie; las localidades fueron:

- Municipio de Buesaco, contiguo casco urbano, en las coordenadas N. 1° 22' 6,4" y W. 77° 09' 51,9", a una altura de 2050 msnm.
- Municipio de San Pedro de Cartago, en N. 1° 33' 6,9" y W. 77° 07' 5,6", casco urbano a una altura de 2240 msnm.
- Municipio de Pasto, corregimiento de la Caldera en N. 1° 17' 35,1" y W. 77° 09' 21,33", a una altura de 1910 msnm.
- Municipio de Guaitarilla, vereda San Germán Bajo en N. 1° 09' 40,7" y W. 77° 09' 38,5", a una altura de 2498 msnm.

#### 3.2 Genotipos evaluados a través de las localidades en la zona alto andina del departamento de Nariño

En la Tabla 1 se muestran los genotipos evaluados en el presente trabajo. La codificación propuesta para cada uno de ellos corresponde a la asignada por el Grupo de Investigación en Producción de Frutales Andinos (GPFA) en la cual se hace referencia en primer lugar a las iniciales del nombre científico de la especie (CB), el lugar de procedencia que puede ser Córdoba (co), Buesaco (b), Pasto (p), Cartago (c), San Juan (sj), Ipiales (i), Arboleda (a), Guaitarilla (g) y Potosí (p),

por último el número de identificación dentro de la colección, es así que por ejemplo el genotipo CBa09 corresponde a *Cyphomandra betacea* colectado en la localidad de Arboleda codificado dentro de la colección del GPFA con el número 9.

La obtención del material de propagación en cada genotipo para cada una de las localidades de evaluación se realizó mediante un proceso de multiplicación in vitro de los 40 genotipos a partir de hipocotilos resultantes de las plántulas germinadas también en condiciones in vitro de semillas de cada uno de los genotipos colectados, buscando de esta manera garantizar la identidad genética y sanidad de las plantas. Este proceso se llevó a cabo en los laboratorios de tejidos de la Universidad de Nariño en donde las plantas permanecieron alrededor de 45 días, tiempo en el cual se observó formación de plántulas completas, posterior a este proceso se realizó una fase de endurecimiento de las mismas bajo condiciones de invernadero que se llevó a cabo después de trasplantar las plántulas obtenidas en el laboratorio en bandejas plásticas de 72 alveolos y utilizando como sustrato para esta fase turba comercial, finalmente las plántulas después de un periodo aproximado de 35 días de aclimatación de invernadero fueron llevadas a cada una de las localidades en donde se realizó un trasplante a bolsas de polietileno de 17 x 23 centímetros en donde permanecieron 15 días antes de ser trasplantadas a sitio definitivo.

### **3.3 Diseño y área experimental**

Se establecieron ensayos de adaptación con un diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones en las localidades de San Pedro de Cartago, Buesaco, Pasto y Guaitarilla. Cada bloque estuvo conformado por cuarenta surcos en donde se ubicó cada uno de los tratamientos (Tabla 1), en cada surco se establecieron seis plantas, sembradas a una distancia de 2,50 m entre plantas y 3 m entre surcos para un área experimental de 1800 m<sup>2</sup> por bloque y de 5400 m<sup>2</sup> para todo el experimento; la unidad experimental correspondió a las seis plantas

de cada surco, considerando las cuatro plantas centrales como parcela útil, con el fin de contrarrestar el efecto de borde.

**Tabla 1.** Descripción y origen de los tratamientos utilizados para el establecimiento del presente trabajo.

Tratamiento	Genotipo	Origen		Tratamiento	Genotipo	Origen	
		LN	LO			LN	LO
T1	CBco39	00°51'51,1"	77°33'14,7"	T21	CBsj38	00°52'21,7"	77°33'23,4"
T2	CBb08	1°22'16,2"	77°09'33,3"	T22	CBg30	1°08'01,3"	77°32'54,9"
T3	CBp25	1°14'14,9"	77°16'21,2"	T23	CBc13	1°30'30,01"	77°06'40,32"
T4	CBp23	1°17'35,1"	77°21'33"	T24	CBco53	00°50'58,4"	77°33'27,9"
T5	CBc14	1°30'36,8"	77°06'32,9"	T25	CBg32	1°08'44,3"	77°32'15,3"
T6	CBsj35	00°53'14"	77°33'23,8"	T26	CBp22	1°17'35,1"	77°21'33"
T7	CBco41	00°52'23"	77°33'3,8"	T27	CBp19	1°19'58"	77°20'29,6"
T8	CBi49	00°50'48,1"	77°33'16,1"	T28	CBb03	1°21'55,58"	77°10'56,4"
T9	CBp26	1°12'10,6"	77°15'41,2"	T29	CBi51	00°50'48,1"	77°33'16,1"
T10	CBp17	1°20'08,6"	77°20'09,5"	T30	CBc12	1°30'29,51"	77°06'40,15"
T11	CBp21	1°17'35,1"	77°21'33,0"	T31	CBpo47	00°49'58,9"	77°33'32,7"
T12	CBb02	1°21'15,22"	77°10'55,1"	T32	CBb01	1°8'7,05"	77°10'52,2"
T13	CBa09	1°31'26,4"	77°06'11,9"	T33	CBc10	1°30'29"	77°06'40,4"
T14	CBcon34	00°54'32,8"	77°31'50,6"	T34	CBp20	1°20'00,4"	77°20'30,2"
T15	CBb05	1°19'41"	77°09'1,3"	T35	CBpo48	00°49'20"	77°37'58,7"
T16	CBp16	1°32'18"	77°08'31,6"	T36	CBco46	00°50'8,2"	77°33'13,7"
T17	CBc15	1°31'1,2"	77°05'46,6"	T37	CBg52	1°09'13,3"	77°32'55,2"
T18	CBg31	1°08'30,1"	77°32'20,0"	T38	CBsj37	00°52'21,5"	77°33'23,9"
T19	CBco45	00°50'48,5"	77°33'15,9"	T39	CBp18	1°20'41,8"	77°19'37,2"
T20	CBb06	1°19'41"	7°09'1,3"	T40	CBb04	1°21'56,3"	77°09'50"

### 3.4 Manejo agronómico

#### 3.4.1 Preparación del terreno y siembra de los genotipos

En todos los ambientes y en concordancia con los sistemas de producción empleados por los productores de cada zona, se realizó la aplicación de glifosato posterior a la labor de ahoyado, cada hoyo tuvo una dimensión de 40 cm x 40 cm x 40 cm. Al no existir reportes sobre necesidades nutricionales para la especie en las zonas de estudio se realizó una fertilización basada en las características físico-químicas de los suelos en cada localidad (Tabla 2) y en las prácticas realizadas por los productores de las mismas; al momento de la siembra en todas las localidades se aplicó 50 gramos de un fertilizante grado 18-46-0 más 800 gramos de materia orgánica compostada comercial, además en cada sitio se aplicó una solución de carbofuran más Benomyl en dosis comerciales de acuerdo a las actividades realizadas por los agricultores. El trasplante se efectuó cuando las plantas alcanzaron una altura de 25 cm, previa aclimatación de las plántulas en cada uno de los ambientes.

**Tabla 2.** Características fisicoquímicas de los suelos de las localidades en evaluación.

Localidad	pH	M.O (%)	P (mg/Kg)	K (cmolcarga/Kg)	Ca (cmolcarga/Kg)	Mg (cmolcarga/Kg)	Grado textura
Buesaco	5	8,1	20,6	0,62	5,1	2,2	A-F
Pasto	4,5	8,2	40,2	0,21	1,5	0,5	F-A
San Pedro de Cartago	5	17,2	58,6	0,49	4,4	1,3	F
Guaitarilla	4,8	4,9	66,6	0,43	7,4	1,2	AR-A

### 3.4.2 Fertilización y manejo sanitario.

Las labores de fertilización se realizaron de acuerdo a los análisis de suelos presentados en la Tabla 2 para cada localidad la dosis de fertilizante se fraccionó en aplicaciones cada tres meses, según los requerimientos del cultivo.

- Municipio de Buesaco, contiguo casco urbano, presenta suelos franco arenosos, bajos contenidos de materia orgánica, pH ácidos y contenidos adecuados de fósforo, calcio y magnesio, sin embargo presenta bajos niveles de nitrógeno y potasio por lo que lo hace un suelo de baja fertilidad.
- Municipio de San Pedro de Cartago, presenta suelos francos con altos contenidos de materia orgánica y pH ácidos, posee altos niveles de N-P-K, sin embargo son suelos que presentan bajos contenidos de calcio, sin embargo los hace suelos de mediana fertilidad.
- Municipio de Pasto, corregimiento de la Caldera, presenta suelos franco arenosos, con altos contenidos de materia orgánica y pH ligeramente ácidos, presenta bajos niveles de N-P-K, por tanto son suelos de baja fertilidad.
- Municipio de Guaitarilla, vereda San Germán Bajo, posee suelos Arcillo arenosos, con bajos contenidos de materia orgánica, sin embargo posee altos contenidos de N y P, lo que lo hace un suelo de mediana fertilidad.

En todas las localidades se aplicó una fertilización inicial con una fuente compuesta 10-30-10 en el momento de la siembra, cada dos meses se realizó una fertilización de mantenimiento con una fuente compuesta 15-15-15. Para todas las localidades como fuente fertilizante para producción se empleó 19-4-19, las dosis empleadas en cada caso correspondieron a las adecuadas para cada análisis de suelos.

El manejo sanitario para plagas y enfermedades se realizó de acuerdo al criterio agronómico y el de los productores integrando labores culturales y de manejo químico con ingredientes activos insecticidas y fungicidas disponibles en el comercio para cada problema fitosanitario. Previo a estas aplicaciones se realizó una evaluación sanitaria de cada tratamiento propuesto, además se realizaron labores de deshierba periódica y podas sanitarias de acuerdo a las situaciones presentadas.

### **3.5 Participación de los productores en la selección de variables a evaluar.**

en cada una de las localidades en evaluación previo al establecimiento de los lotes experimentales se realizaron dos talleres de socialización con los productores colaboradores del proyecto en cada zona, el primero busco la determinación de las variables a evaluar en el desarrollo del proyecto considerando aspectos relacionados con el desarrollo vegetativo, reproductivo, de rendimiento y calidad del producto a través de la aplicación de una encuesta informal realizada a los productores y consolidado de los resultados obtenidos en cada localidad. En el anexo A, se presenta el modelo de encuesta aplicado en el primer taller en donde los agricultores después de la socialización del proyecto opinaron sobre sus preferencias en los aspectos de relevancia a ser evaluados en el proyecto.

En el segundo taller realizado en la época de instalación de los lotes experimentales se socializaron las variables que demostraron ser de preferencia por los agricultores, comprometiéndose así a los mismos en la evaluación y acompañamiento continuo para llevar a feliz término la realización del proyecto. Las variables seleccionadas y acordadas se presentan en el siguiente capítulo, haciendo claridad en que los nombres y nomenclatura asignada en algunos casos se modificaron, en razón a lograr un lenguaje común entre técnicos y productores, esta situación se aclaró y explicó en el desarrollo del segundo taller.

### **3.6 Variables a evaluar**

Como se mencionó anteriormente, las variables evaluadas fueron identificadas y concertadas con los productores de cada municipio con el fin de establecer una evaluación que busque determinar no solo el comportamiento agronómico de los genotipos a través de las localidades sino también sus características de acuerdo al interés de los productores; estas variables se relacionaron con los aspectos agronómicos que influyen sobre crecimiento, ciclo de vida y rendimiento de cada genotipo y corresponden a:

#### **3.6.1 Días a poda (DAP)**

Para cada tratamiento se estableció el número de días transcurridos desde el trasplante hasta una que el 50 % de las plantas de la parcela útil alcanzaron una altura de 1m, medida en la cual se realizó la poda cortando el tallo a una altura de 80 cm, medidos desde la base de la planta.

#### **3.6.2 Diámetro basal al momento de la poda (DBPP)**

Se evaluó el diámetro del tallo principal en cada tratamiento a una altura de 40 cm medidos desde la base del tallo en el momento de la poda, esta dimensión para este trabajo se expresó en mm.

#### **3.6.3 Diámetro basal en el momento de floración (DBMF)**

Para esta variable se evaluó el diámetro del tallo principal expresado en mm a una altura de 60 cm, medidos desde la base del tallo cuando el 50% de las plantas presentaron la primera flor formada.



#### **3.6.4 Número de ramas después de la poda (NRDP)**

Se evaluó el número de ramas o tallos secundarios presentes en cada genotipo después de la primera poda.

#### **3.6.5 Angulo de inserción de las ramas (AIR)**

Cuando las plantas presentaron el primer racimo floral se obtuvo el ángulo formado en la inserción del tallo principal con las ramas secundarias.

#### **3.6.6 Longitud de las ramas (LR)**

Con base en la primera floración se evaluó el promedio de la longitud en centímetros de las ramas secundarias en cada planta desde su punto de inserción hasta el primer racimo floral.

#### **3.6.7 Días a floración (DF)**

Esta se realizó cuantificando el número de días transcurridos desde el trasplante hasta que tres de las cuatro plantas de cada parcela útil mostraron la primera flor abierta.

#### **3.6.8 Número de racimos (NR)**

Se evaluó el número de Racimos florales en promedio formados en cada genotipo después de que en cada una de ellas se haya formado la rama cuaternaria.

#### **3.6.9 Número de flores por racimo (NFR)**

Se seleccionaron dos ramas secundarias al azar en cada planta que posteriormente se marcaron para las evaluaciones; en primer lugar se evaluó el

número de flores en cada racimo formado en la misma época de la variable anterior.

#### **3.6.10 Número de frutos por racimo (NFPR)**

Sobre las ramas marcadas se realizaron tres lecturas contando el número promedio de frutos formados en cada racimo sobre las cinco primeras cosechas, teniendo en cuenta la posición de los frutos formados con respecto al eje de la planta.

#### **3.6.11 Diámetro polar de frutos maduros (DPFM)**

De la misma manera se evaluó el diámetro de cinco frutos maduros medidos desde la base hasta el ápice en los frutos formados en cada material para las tres primeras cosechas teniendo en cuenta también la posición del fruto con base al eje principal.

#### **3.6.12 Diámetro ecuatorial de los frutos (DEFM)**

Se evaluó el diámetro en la parte central de cinco frutos formados en el momento de las tres primeras cosechas teniendo en cuenta los mismos aspectos que para la variable anterior.

#### **3.6.13 Días a cosecha (DAC)**

Se conto el número de días transcurridos desde el momento del trasplante hasta la primera recolección de frutos maduros presentes en el 50% de las plantas evaluadas, considerando fruto maduro al que presento un estado tres de acuerdo a la norma técnica para este producto (Instituto Colombiano de Normalización y Certificación, 1997).

### **3.6.14 Número de semillas (NS)**

Se contó el número de semillas en promedio de 5 frutos escogidos al azar del total de frutos cosechados.

### **3.6.15 Grosor del mesocarpo (DEM)**

Se obtuvo la dimensión expresada en mm de la sección del fruto correspondiente al grosor del exocarpo más el mesocarpo, obtenidos de 5 frutos escogidos al azar.

### **3.6.16 Relación pulpa semilla (RPSE)**

Se estimó después de extraer la semilla proveniente del fruto y a partir de la diferencia de peso antes y después de realizar el procedimiento de extracción, se obtuvo el promedio de 5 frutos escogidos al azar.

### **3.6.17 Sólidos solubles totales (SST)**

Se determinó con el método refractométrico y se expresó en grados Brix (°Brix). La lectura se corrigió utilizando el porcentaje de ácido cítrico (A.C), mediante la ecuación mencionada por el Instituto Colombiano de Normalización y Certificación, 1997.

$$S.S.T_{cor}=0,194 \times A.C + S.S.T$$

S.S.T<sub>cor</sub> = Sólidos solubles totales corregidos

A.C = Acidez titulable

S.S.T = Sólidos solubles totales

### **3.6.18 pH (pH)**

Se obtuvo el pH de la pulpa de 5 frutos formados escogidos al azar en el momento de cada cosecha evaluada.

### **3.6.19 Dureza del fruto (DFRU)**

Con la utilización de un penetrómetro se obtuvo la medida de dureza de 5 frutos formados y escogidos al azar en el momento de cada cosecha, esta variable se consideró en frutos con exocarpo y se tomó el promedio de dos puntos ubicados en la sección ecuatorial de cada fruto.

### **3.6.20 Porcentaje de Ácido cítrico (AC)**

Se determinó por el método de titulación potenciométrica y se expresó como porcentaje de ácido cítrico (%A.C) y se calculó mediante la ecuación mencionada por el Instituto Colombiano de Normalización y Certificación, 1997.

$$\%A.C = ((V1 \times N)/V2) \times K \times 100$$

%A.C = Porcentaje de ácido cítrico

V1 = Volumen de NaOH consumido (ml)

V2 = Volumen de la muestra (5 ml)

K= peso equivalente del ácido cítrico (0,064 g/meq)

N = normalidad del NaOH (0,1 meq/ml)

### **3.6.21 Peso promedio de un fruto (PPF)**

Para cada tratamiento en cada cosecha se evaluó el peso total de la parcela y se dividió sobre el total de frutos cosechados, esta variable se expresó en gramos.

### **3.6.22 Diámetro de la cavidad interna del fruto (DCIF)**

En cinco frutos tomados al azar se estableció el diámetro interno del fruto correspondiente a la sección del fruto que contiene la pulpa del fruto y la semilla.

### **3.6.23 Peso de 1000 semillas (P1000S)**

Se pesaron 1000 semillas en gramos (g) del promedio de 10 frutos por tratamiento.

### **3.6.24 Contenido de jugo por fruto (CJF)**

Se midió la cantidad de jugo en ml obtenido por fruto en promedio medido en cinco frutos tomados al azar en cada cosecha evaluada.

### **3.6.25 Presencia de enfermedades (PENF)**

El grado de afección foliar de la planta con presencia de enfermedades, se determinó teniendo en cuenta el concepto obtenido de los productores en los talleres de socialización, se determinó el momento de la primera floración para esta evaluación, de acuerdo a una calificación acordada con ellos, de uno (1) a cinco (5), según se incrementa su afección y está dada en intervalos de 20%. de tal manera 1 equivale 20% de área foliar afectada y 5 a una planta afectada totalmente por enfermedades.

### **3.6.26 Rendimiento (RTO)**

Para esta variable se tuvo en cuenta el peso total de los frutos cosechados en todas las plantas que correspondieron al área útil en cada localidad, se realizó en las ocho primeras cosechas y se expresó en  $\text{kg/ha}^{-1}$  año.

### 3.7 análisis de la información

En primer lugar se realizó un Análisis de correlación de Pearson (Weisstein, 2011) con todas las variables a través de todas las localidades para analizar las más significativas y de importancia agronómica para discutir el comportamiento de las variables a través de ellas. Posteriormente se efectuó un análisis de Varianza combinado (ANDEVA). El modelo usado correspondió a un modelo mixto, que considera a localidades como de efecto aleatorio y a tratamientos como de efecto fijo. Con las variables que presentaron diferencias significativas para la interacción genotipo por ambiente y el análisis de correlación se seleccionaron las variables más importantes siempre y cuando estas posean un coeficiente de correlación igual o superior a 0,59 ( $r \geq 0,59$ ), con el fin de realizar un ANDEVA por localidad, en el cual para cada localidad y con las variables que mostraron diferencias significativas por tratamiento se realizó una prueba DMS al 5%, que se discutió a través de un cuadro de doble entrada.

### 3.8 Análisis de estabilidad

Para el análisis de estabilidad se utilizó el modelo AMMI (Efecto principal aditivo e interacción multiplicativa), implementada por Gauch, 1988. El modelo AMMI permitió evaluar la adaptabilidad y estabilidad de cada genotipo empleando variables de importancia agronómica, tales como en número de frutos por racimo (NFPR), sólidos solubles totales (SST) y rendimiento (RTO).

El modelo AMMI está representado por la ecuación:

$$Y_{ger} = \mu + g + e + n + n_g + n_e + n_{ge} + \epsilon_{ger}$$

$Y_{ger}$  rendimiento observado del genotipo  $g$  en el ambiente  $e$  y para la repetición  $r$

Los parámetros aditivos son:

$\mu$  = gran media

$g$  = desviación del genotipo **g** de la gran media

$e$  = desviación del ambiente **e**

Los parámetros multiplicativos son:

$\lambda_n$  = valor singular para el eje **n** del componente principal de interacción (CPI)

$g_n$  = eigenvector del genotipo **g** para el eje **n**

$e_n$  = eigenvector del ambiente **e** para el eje **n**

Los eigenvectores son escalares como vectores unitarios y no poseen unidades, mientras que el valor singular  $\lambda_n$  posee las unidades de la variable en estudio (Vallejo *et al.*, 2005).

## IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Análisis de Correlación.

En la Tabla 3, se muestra el análisis de correlación de Pearson para las variables: días a poda (DAP), diámetro basal al momento de la poda (DBPP), diámetro basal en el momento de floración (DBMF), número de ramas después de la poda (NRDP), ángulo de inserción de las ramas (AIR), longitud de las ramas (LR), días a floración (DF), número de racimos (NR), número de flores por racimo (NFR), número de frutos por racimo (NFPR), diámetro polar de frutos maduros (DPFM), diámetro ecuatorial de los frutos (DEFM), días a cosecha (DAC), número de semillas (NS), grosor del exocarpo (DEM), relación pulpa semilla (RPSE), sólidos solubles totales (SST), pH (PH), dureza del fruto (DFRU), porcentaje de ácido cítrico (AC), peso promedio de un fruto (PPF), diámetro de la cavidad interna del fruto (DCIF), peso de 1000 semillas (P1000S), contenido de jugo por fruto (CJF), presencia de enfermedades (PENF) y rendimiento (RTO).

Dentro del análisis de correlación podemos observar que la variable días a poda DAP, presentó un valor de correlación de  $r = 0,72^{**}$  con respecto al diámetro basal al momento de la poda DBPP, quien por su parte mostró un valor  $r = 0,63^{**}$  con respecto al diámetro basal al momento de la floración DBMF, indicando de esta manera que estas variables están correlacionadas positivamente y que su comportamiento se ve afectado por su variación, es así que cuando aumentan los días necesarios para realizar la poda de formación, se espera también un incremento del diámetro del tallo en este momento y por ende a futuro un incremento en el diámetro de tallo en la época de floración.

Por otra parte DAP vs días a cosecha DAC, mostraron un valor de correlación  $r = 0,54^{**}$  indicando que el periodo de cosecha está relacionado al periodo en el cual se realiza la poda de los genotipos, esta situación indica que en ambos casos la variable DAP influye directamente sobre características propias de crecimiento y



**Tabla 3.** Análisis de correlación de Pearson para las variables DAPP, DBPP, DBMF, NRDP, AIR, LR, DF, NR, NFR, NFPR, DAC, DPFM, DEFM, NS, DEM, RPSE, SST, PH, DFRU, AC, PPF, DCIF, P1000S, CJF, PENF y RTO. De 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en la zona andina de Nariño.

	DAP	DBPP	DBMF	NRDP	AIR	LR	DF	NR	NFR	NFPR	DAC	DPFM	DEFM	NS	DEM	RPSE	SST	PH	DFRU	AC	PPF	DCIF	P1000S	CJF	PENF	RTO
DAP	1	0.72**	0.36**	0.17*	0.25**	0.01NS	0.44**	0.02NS	0.4**	0.31**	0.54**	0.25**	0.63**	0.03NS	0.56**	0.01NS	0.31**	0.27**	0.16*	-0.34**	0.08NS	0.09NS	-0.01NS	0.08NS	-0.35**	0.32**
DBPP		1	0.63**	0.26**	0.33**	0.13NS	0.56**	0.02NS	0.26**	0.18*	0.39**	0.11NS	0.59**	-0.08NS	0.43**	0.01NS	0.38**	0.35**	0.07NS	-0.35**	-0.01NS	-0.12NS	0NS	-0.04NS	-0.24**	0.35**
DBMF			1	0.18*	0.69**	0.12NS	0.12NS	-0.38**	0.02NS	-0.24**	0.23**	-0.12NS	0.09NS	-0.05NS	0NS	0.15*	-0.17*	-0.11NS	0.06NS	-0.21**	-0.11NS	-0.23**	-0.17*	-0.11NS	0.13NS	-0.09NS
NRDP				1	0.09NS	-0.05NS	-0.25**	0.29**	0.38**	0.49**	0.59**	0.18*	0.14*	-0.08NS	0.23**	0.26**	0.13NS	-0.18*	0.21NS	0.01NS	0.08NS	0.13NS	-0.08NS	0.21**	-0.16*	0.39**
AIR					1	0.06NS	0.02NS	-0.55**	-0.04NS	-0.43**	0.21**	-0.19*	-0.09NS	-0.08NS	-0.04NS	0.16*	-0.31**	-0.28**	0.01NS	-0.17*	-0.17*	-0.27**	-0.17*	-0.12NS	0.19*	-0.29**
LR						1	0.21**	-0.11NS	-0.21**	-0.18*	-0.12NS	-0.38**	-0.13NS	-0.19*	-0.15*	0.22**	-0.09NS	0.15NS	-0.23**	-0.13NS	-0.26**	-0.29**	-0.14NS	-0.3**	0.12NS	-0.14NS
DF							1	0NS	-0.1NS	-0.17*	-0.12NS	-0.06NS	0.43**	-0.04NS	0.31**	-0.21**	0.38**	0.59**	-0.21**	-0.35**	-0.12NS	-0.17*	0.1NS	-0.24**	-0.07NS	0.03NS
NR								1	0.41**	0.64**	0.24**	0.31**	0.25**	0.1NS	0.18*	-0.11NS	0.4**	0.25**	-0.06NS	0.08NS	0.12NS	0.21**	0.06NS	0.15*	-0.37**	0.64**
NFR									1	0.6**	0.61**	0.43**	0.37**	0.05NS	0.39**	0.04NS	0.31**	-0.01NS	0.27**	-0.03NS	0.27**	0.3**	0.11NS	0.27**	-0.4**	0.58**
NFPR										1	0.66**	0.54**	0.46**	0.04NS	0.41**	-0.03NS	0.46**	0.09NS	0.26**	0.02NS	0.34**	0.4**	0.19*	0.4**	-0.52**	0.79**
DAC											1	0.45**	0.38**	0.04NS	0.4**	0.07NS	0.16*	-0.2*	0.37**	-0.07NS	0.25**	0.28**	0.06NS	0.33**	-0.39**	0.59**
DPFM												1	0.67**	0.44**	0.55**	-0.24**	0.36**	0.19*	0.36**	-0.01NS	0.72**	0.67**	0.19*	0.7**	-0.38**	0.43**
DEFM													1	0.26**	0.67**	-0.29**	0.59**	0.53**	0.25**	-0.28**	0.53**	0.51**	0.26**	0.5**	-0.47**	0.47**
NS														1	0.11	-0.24**	-0.07NS	0.06NS	0.12NS	-0.01NS	0.49**	0.33**	-0.48**	0.43**	0.05NS	-0.01NS
DEM															1	-0.08NS	0.52**	0.3**	0.24**	-0.24**	0.46**	0.33**	0.17*	0.33**	-0.35**	0.41**
RPSE																1	-0.17*	-0.1NS	0.11NS	0.02NS	-0.07NS	-0.36**	-0.47**	-0.34**	0NS	-0.07NS
SST																	1	0.41**	0NS	-0.05NS	0.25**	0.19*	0.34**	0.25**	-0.35**	0.57**
PH																		1	-0.11NS	-0.36**	0.16*	0.11NS	0.1NS	0.05NS	-0.24**	0.16*
DFRU																			1	-0.06NS	0.4**	0.3**	0.03	0.24**	-0.23**	0.23**
AC																				1	-0.03NS	0.03NS	-0.03NS	0.08NS	0.09NS	-0.05NS
PPF																					1	0.58**	0.19*	0.66**	-0.2*	0.24**
DCIF																						1	0.3**	0.7**	-0.3**	0.21**
P1000S																							1	0.22**	-0.22**	0.23**
CJF																								1	-0.26**	0.23**
PENF																									1	-0.44**
RTO																										1

\*\* = Correlación altamente significativa (99%); \* = Correlación significativa (5%); NS = No hay significancia

Variables: Días a poda (DAP), Diámetro basal al momento de la poda (DBPP), Diámetro basal en el momento de floración (DBMF), Numero de ramas después de la poda (NRDP), Angulo de inserción de las ramas (AIR), Longitud de las ramas (LR), Días a floración (DF), Numero de racimos (NR), Numero de flores por racimo (NFR), Numero de frutos por racimo (NFPR), Diámetro polar de frutos maduros (DPFM), Diámetro ecuatorial de los frutos (DEFM), Días a cosecha (DAC), Numero de semillas (NS), Grosor del exocarpo (DEM), Relación pulpa semilla (RPSE), Sólidos solubles totales (SST), pH (PH), Dureza del fruto (DFRU), Porcentaje de Acido cítrico (AC), Peso promedio de un fruto (PPF), Diámetro de la cavidad interna del fruto (DCIF), Peso de 1000 semillas (P1000S), Contenido de jugo por fruto (CJF), Presencia de enfermedades (PENF) y Rendimiento (RTO)

ciclo vegetativo y en menor proporción sobre aquellas que tienen que ver con los componentes de rendimiento y calidad del fruto como se puede observar en la Tabla 3.

La variable número de ramas después de la poda NRDP se encontró correlacionada con DAC con un valor de  $r = 0,59^{**}$ , mostrando que esta variable se encuentra relacionada con el periodo del cultivo, evidenciando que al incrementar el número de ramas secundarias presentes en la planta después del momento de la poda se incrementa el número de días transcurridos a cosecha posiblemente debido al incremento de la actividad fisiológica de la planta.

Las variables número de flores por racimo NFR y número de frutos por racimo NFPR se mostraron correlacionadas entre sí con un valor medio de  $r = 0,6^{**}$ , indicando que en racimos formados a partir de inflorescencias que contienen un número alto de flores es posible encontrar un mayor número de frutos formados en cada planta. Esto se ve reflejado también en la correlación existente entre NFR y NFPR versus rendimiento RTO con valores de  $r = 0,58^{**}$  y  $r = 0,79^{**}$  respectivamente, que muestran ser valores altos de asociación permitiéndonos por lo tanto evidenciar el efecto de estas variables sobre el rendimiento final del cultivo.

Al observar las variables relacionadas con características del fruto, encontramos que estas se encuentran correlacionadas de la siguiente manera, diámetro polar del fruto maduro DPFM vs diámetro ecuatorial del fruto maduro DEFM ( $r = 0,67^{**}$ ), DPFM vs diámetro de la cavidad interna del fruto DCIF ( $r = 0,67^{**}$ ), DEFM vs grosor del exocarpo DEM ( $r = 0,67^{**}$ ), DPFM vs contenido de jugo por fruto CJF ( $r = 0,66^{**}$ ) y DCIF vs CJF ( $r = 0,7^{**}$ ). Mostrando entonces que al incrementar el tamaño del fruto maduro representado en DPFM y DEFM, esperamos obtener frutos con mayor capacidad de producir jugo característica importante en los parámetros de calidad para *C. betacea*.

Es importante anotar que la variable CJF mostro valores bajos de correlación con respecto a los parámetros de calidad de fruto como son porcentaje de acido cítrico AC, pH PH y sólidos solubles totales SST, presentando valores de  $r = 0,08NS$ ,  $0,05NS$  y  $0,25^{**}$  respectivamente en sus correlaciones, indicando de esta manera que el contenido de jugo obtenido por fruto no depende de estas características y viceversa.

La presencia de enfermedades PENF no presentó valores de correlación altos con respecto a las variables mencionadas para características físicas y de calidad de los frutos, es así que los valores de correlación entre PENF vs AC, PH, SST, DPFM, DEFM y CJF oscilaron entre  $r = -0,47^{**}$  y  $r = 0,09NS$ , Berry y Feldman (1985), indican que la magnitud de la relación vienen especificada por el valor numérico del coeficiente, reflejando en el signo la dirección de tal valor. En este sentido, las correlaciones pueden tomar valores positivos y negativos. para el presente trabajo las evaluaciones se basaron en la afección de la planta con enfermedades fungosas sin tener en cuenta el agente causal.

Cabe resaltar que para la variable RTO, además de las correlaciones presentadas anteriormente se presentaron correlaciones significativas con valores medios ( $r = -0,44^{**}$  a  $0,59^{**}$ ) para la mayoría de las variables excepto en RTO vs DBMF, LR, DF, RPSE y AC, las cuales no mostraron significancia en su correlación.

#### **4.2 ANDEVA combinado de las variables cuantitativas de los 40 genotipos de *C. betacea* evaluadas en cuatro localidades de la zona alto andina de Nariño.**

El ANDEVA combinado (Tabla 4), indica que para variables días a poda (DAP), diámetro basal en el momento de la primera poda (DBPP), diámetro basal en el momento en el momento de la floración (DBMF), número de ramas después de la poda (NRDP), número de flores por racimo (NFR), número de frutos por racimo

**Tabla 4.** ANDEVA combinado para las variables DAP, DBPP, DBMF, NRDP, NFR, NFPR, DAC, DEFM, NS, DEM, RPSE, SST, PH, DFRU, AC, PPF, DCIF, P1000S, CJF, PENF y RTO. De 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en la zona andina de Nariño.

FDV	GL	DAP	DBPP	DBMF	NRDP	NFR	NFPR	DAC	DEFM
<b>Loc</b>	3	23318,32*	14,72*	5,8*	45,63*	6749,27*	616,4*	54322,13*	5924,1*
<b>Bloq(Loc)</b>	8	307,99	0,11	0,10	3,03	228,44	0,06	840,41	887,08
<b>Trat</b>	39	240,07*	0,09*	0,11*	2,08*	160,24*	1,3*	136,19*	225,36*
<b>Loc x Trat</b>	117	199,39*	0,05NS	0,07*	0,99*	157,98*	0,61*	142,21NS	46,03*
<b>Error</b>	312	86,35	0,05	0,05	0,31	41,99	0,18	175,36	3,34
<b>C.V.</b>		5,99	7,96	6,06	18,68	19,69	6,98	3,25	3,33
<b>Media</b>		155,13	2,85	3,56	2,96	32,92	6,16	407,41	54,96

FDV	GL	DEM	SST	DCIF	CJF	RTO
<b>Loc</b>	3	174,2*	114,92*	819,39*	1759,47*	310,75*
<b>Bloq(Loc)</b>	8	7,85	1,50	100,31	122,86	1,04
<b>Trat</b>	39	12,67*	5,02*	157,7*	355,89*	6,41*
<b>Loc x Trat</b>	117	3,67*	1,4*	35,36*	70,86*	1,3*
<b>Error</b>	312	6,21	0,01	74,59	0,06	0,28
<b>C.V.</b>		20,36	1,04	1,37	0,99	7,96
<b>Media</b>		8,24	8,60	35,60	25,45	6,69

\* = Nivel de significancia a 5% de probabilidad; ns = Sin diferencias significativas estadísticas

Variabes: Días a poda (DAP), Diámetro basal al momento de la poda (DBPP), Diámetro basal en el momento de floración (DBMF), Número de ramas después de la poda (NRDP), Número de flores por racimo (NFR), Número de frutos por racimo (NFPR), Diámetro ecuatorial de los frutos (DEFM), Días a cosecha (DAC), Grosor del exocarpo (DEM), Sólidos solubles totales (SST), Diámetro de la cavidad interna del fruto (DCIF), Contenido de jugo por fruto (CJF) y Rendimiento (RTO).

(NFPR), días a cosecha (DAC), diámetro ecuatorial del fruto maduro (DEFM), grosor del exocarpo (DEM), sólidos solubles totales (SST), diámetro de la cavidad interna del fruto (DCIF), contenido de jugo por fruto (CJF) y rendimiento (RTO), se presentaron diferencias significativas para localidades, tratamientos y para interacción genotipo por ambiente G x A. En la misma Tabla podemos observar que en las variables diámetro basal al momento de la poda (DBPP) y días a cosecha (DAC), no se presentaron diferencias significativas para la interacción genotipo por ambiente G x A, mientras si existieron para tratamientos y localidades, en el anexo B por su parte se muestra el resultado para el ANDEVA combinado de todas las variables en evaluación.

Dentro de las variables que no presentaron diferencias significativas en la interacción GxA cabe resaltar a DAC, por cuanto en el análisis de correlación mostrado en la tabla 3, se presenta un  $r = 0,59^{**}$  con respecto al rendimiento, indicando por lo tanto el comportamiento asociado de las dos variables.

En el anexo C, se muestra la prueba DMS para DAC. El promedio general fue de 407,41 días después de la siembra para todas las localidades, el genotipo más precoz fue CBp23 con 400,41 días quien presentó de acuerdo al mismo anexo un rendimiento de  $6,24 \text{ tn/h}^{-1}/\text{año}$ , evidenciando por lo tanto que esta variable no depende únicamente de la precocidad sino del comportamiento de otras variables relacionadas con el RTO, esta situación se puede observar también con CBc10 que presentó 414,75 DAC y  $6,33 \text{ tn/h}^{-1}/\text{año}$  en su rendimiento sin ser ninguno de los dos el más o menos productivo.

Según Viera (2002) el tomate de árbol se cosecha entre los 11 y 12 meses después del trasplante, sin embargo en la investigación realizada por Montalvo (2010), la cosecha se inició a los 450 días después del trasplante, ya que como lo afirma este autor los días a cosecha están influenciados por la luminosidad de la zona de evaluación, estos resultados se pueden comparar con los obtenidos en

esta investigación donde el promedio general supera los 12 meses afirmado por Viera.

### **4.3 ANDEVA por localidad.**

Como se menciono anteriormente para el análisis individual en cada localidad se seleccionaron variables con base en sus correlaciones y la significancia en la interacción GxA, de tal manera que se posibilite el estudio del comportamiento agronómico general de las introducciones a través de ellas. Las variables seleccionadas fueron, Número de frutos por racimo (NFPR), Diámetro ecuatorial de fruto maduro (DEFM), Sólidos solubles totales (SST), Diámetro de la cavidad interior del fruto (DCIF), Contenido de jugo del fruto (CJF) y Rendimiento (RTO).

En la tabla 5, se presenta el ANDEVA de las variables agronómicas de calidad y rendimiento para los genotipos de *C. betacea* evaluados en cuatro municipios de la zona andina de Nariño, en donde se observa que para todas las variables en los cuatro municipios se encontraron diferencias significativas para todos los tratamientos a excepción de NFPR en el municipio de Buesaco.

#### **4.3.1 Número de frutos por racimo (NFPR)**

Para el NFPR el ANDEVA combinado (Tabla 4) mostró diferencias significativas entre localidades y tratamientos, de la misma manera la interacción localidad por tratamiento fue significativa. En el ANDEVA por localidad mostrado en la Tabla 5, se pudo determinar que para la localidad de Buesaco no se presentaron diferencias significativas para NFPR en donde el promedio general para esta variable fue de 3,06 NFPR.

**Tabla 5.** ANDEVA de las variables agronómicas de calidad y rendimiento para los 40 genotipos de tomate de árbol (*C. betacea*) evaluados en cuatro municipios de Nariño.

<b>BUESACO</b>						
<b>FDV</b>	<b>GL</b>	<b>NFPR</b>	<b>DEFM</b>	<b>SST</b>	<b>CJF</b>	<b>RTO</b>
<b>Trat</b>	39	0,24NS	59,05*	3,87*	103,85*	0,69*
<b>Bloq</b>	2	0,02	14,11	0,67	24,78	1,59
<b>Error</b>	78	0,20	1,87	0,03	0,25	0,03
<b>C.V.</b>		14,78	2,85	2,42	2,31	3,93
<b>Media</b>		3,06	47,91	7,34	21,78	4,54
<b>CARTAGO</b>						
<b>FDV</b>	<b>GL</b>	<b>NFPR</b>	<b>DEFM</b>	<b>SST</b>	<b>CJF</b>	<b>RTO</b>
<b>Trat</b>	39	0,52*	80,24*	1,26*	106,25*	0,8*
<b>Bloq</b>	2	0,12	18,57	3,08	40,00	1,18
<b>Error</b>	78	0,27	99,93	0,34	0,18	0,14
<b>C.V.</b>		7,96	2,21	12,02	4,83	5,92
<b>Media</b>		6,50	50,87	8,62	26,18	6,42
<b>GUAITARILLA</b>						
<b>FDV</b>	<b>GL</b>	<b>NFPR</b>	<b>DEFM</b>	<b>SST</b>	<b>CJF</b>	<b>RTO</b>
<b>Trat</b>	39	0,53*	126,83*	2,07*	172,5*	7,23*
<b>Bloq</b>	2	0,12	313,45	1,35	333,33	0,05
<b>Error</b>	78	0,27	0,41	0,00	0,00	0,51
<b>C.V.</b>		6,08	1,12	0,03	5,00	8,67
<b>Media</b>		8,50	57,43	8,64	30,50	8,21
<b>PASTO</b>						
<b>FDV</b>	<b>GL</b>	<b>NFPR</b>	<b>DEFM</b>	<b>SST</b>	<b>CJF</b>	<b>RTO</b>
<b>Trat</b>	39	1,84*	97,32*	2,03*	185,87*	1,55*
<b>Bloq</b>	2	3,21	3202,20	0,89	93,33	1,33
<b>Error</b>	78	4,67	9,82	3,56	0,18	0,45
<b>C.V.</b>		9,18	4,92	0,03	6,54	8,86
<b>Media</b>		6,57	63,65	9,77	23,33	7,55

\* = Nivel de significancia a 5% de probabilidad; ns = Sin diferencias significativas estadísticas

En las otras localidades se mostraron diferencias significativas entre tratamientos, es así como en la localidad de Cartago en la prueba de comparación de medias DMS se puede observar que los genotipos CBp18 y CBcon34 con 7,22 frutos por racimo cada uno, constituyen los tratamientos con mayor valor para esta variable, sin embargo existe un grupo de 23 genotipos que no presentan diferencias

significativas con respecto a los genotipos mencionados, el NFPR para este grupo oscila entre 6,39 y 7,22 frutos. Por otra parte las 17 introducciones restantes no presentaron diferencias significativas entre ellas, incluyendo el NFPR más bajo de 6,11 mostrado por los genotipos CBa09, CBb05, CBg32, CBp25, CBb02, CBb03, CBb04 y CBp16 (Tabla 6).

En la Tabla 6, se observa que en la localidad de Guaitarilla se conformaron dos grupos diferenciales el primero corresponde al 57,5 % de los genotipos quienes no presentaron diferencias significativas y contiene el NFPR más alto para la localidad con los genotipos CBc15 y CBb02 con 9,22 frutos, en el 42,5% de los genotipos restantes se destaca CBp17 con 7,72 frutos que presentó el menor valor para la variable sin presentar diferencias significativas con los demás genotipos de este grupo.

En la localidad de Pasto el genotipo que presenta el mayor NFPR es CBc13 con 4,20 frutos y los genotipos CBp20, Cbp23 y CBc12 con 2,95 frutos cada uno mostraron el menor promedio, sin embargo 21 de los genotipos evaluados no mostraron diferencias significativas con el de mayor valor indicando valores oscilaron entre 3,58 y 4,20 frutos por racimo formado (Tabla 6).

La gran variabilidad que se encuentra en la cantidad de frutos por racimo a través de las localidades es posiblemente causada por efectos ambientales evidenciados por ejemplo en la baja y mediana fertilidad mostrada por los suelos en evaluación.

Por otra parte el nivel autogamo de la especie hacen necesaria la dependencia de agentes polinizadores externos que permiten que de 20 a 33 botones florales que se forman por racimo se puedan llegar a formar de 4 a 8 frutos en (Rondón, 2006).



**Tabla 6.** Comparación de promedios (DMS) para la variable número de frutos por racimo (NFPR) de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

NFPR	BUESACO		CARTAGO		GUAITARILLA		PASTO	
CBa09	3,33	A	6,11	DEFGH	8,83	ABCDE	3,89	ABCDEFGG
CBb05	3,33	A	6,11	DEFGH	8,83	ABCDE	3,65	ABCDEFGH
CBc10	3,33	A	6,67	ABCDEFGG	8,11	DEFGH	4,18	AB
CBc13	3,33	A	6,05	EFGH	8,67	ABCDEFGG	4,20	A
CBc14	3,33	A	5,72	H	8,11	DEFGH	3,82	ABCDEFGG
CBc15	3,33	A	6,78	ABCDEF	9,22	A	3,62	ABCDEFGH
CBco39	3,33	A	5,94	FGH	8,83	ABCDE	4,00	ABCDE
CBco41	3,33	A	7,11	AB	9,11	AB	4,00	ABCDE
CBco45	3,33	A	6,67	ABCDEFGG	8,83	ABCDE	3,69	ABCDEFGH
CBg32	3,33	A	6,11	DEFGH	8,11	DEFGH	3,69	ABCDEFGH
CBg52	3,33	A	6,83	ABCDE	8,11	DEFGH	4,01	ABCDE
CBi51	3,33	A	7,00	ABC	8,61	ABCDEFGG	3,95	ABCDEF
CBp18	3,33	A	7,22	A	8,67	ABCDEFGG	4,11	ABC
CBp19	3,33	A	6,28	BCDEFGH	8,83	ABCDE	4,03	ABCD
CBp21	3,33	A	6,83	ABCDE	8,11	DEFGH	4,19	AB
CBp25	3,33	A	6,11	DEFGH	8,78	ABCDEF	3,58	ABCDEFGH
CBp26	3,33	A	6,16	CDEFGH	8,16	CDEFGH	3,38	ABCDEFGH
CBpo47	3,33	A	6,83	ABCDE	7,95	FGH	3,66	ABCDEFGH
CBpo48	3,33	A	6,33	BCDEFGH	8,33	BCDEFGH	3,83	ABCDEFGG
CBsj38	3,33	A	6,94	ABCD	8,94	ABCD	4,11	ABCD
CBb01	2,78	A	5,95	FGH	8,11	DEFGH	3,11	GHIJ
CBb02	2,78	A	6,11	DEFGH	9,22	A	3,26	DEFGHIJ
CBb03	2,78	A	6,11	DEFGH	8,28	BCDEFGH	3,32	CDEFGHIJ
CBb04	2,78	A	6,11	DEFGH	8,05	EFGH	3,16	FGHIJ
CBb06	2,78	A	6,83	ABCDE	8,83	ABCDE	3,39	ABCDEFGH
CBb08	2,78	A	6,50	ABCDEFGH	8,83	ABCDE	3,01	IJ
CBc12	2,78	A	6,39	ABCDEFGH	9,00	ABC	2,95	J
CBco46	2,78	A	6,78	ABCDEF	8,39	ABCDEFGH	3,25	DEFGHIJ
CBco53	2,78	A	6,83	ABCDE	7,83	GH	3,04	HIJ
CBcon34	2,78	A	7,22	A	8,11	DEFGH	3,19	FGHIJ
CBg30	2,78	A	7,05	AB	9,05	AB	3,27	CDEFGHIJ
CBg31	2,78	A	6,83	ABCDE	7,94	FGH	3,00	IJ
CBi49	2,78	A	7,00	ABC	8,78	ABCDEF	3,32	CDEFGHIJ
CBp16	2,78	A	6,11	DEFGH	8,50	ABCDEFGH	3,18	FGHIJ
CBp17	2,78	A	6,83	ABCDE	7,72	H	3,32	CDEFGHIJ
CBp20	2,78	A	6,61	ABCDEFGG	8,39	ABCDEFGH	2,95	J
CBp22	2,78	A	5,83	GH	8,67	ABCDEFGG	3,34	BCDEFGH
CBp23	2,78	A	6,17	CDEFGH	8,17	CDEFGH	2,95	J
CBsj35	2,78	A	6,67	ABCDEFGG	8,11	DEFGH	3,05	HIJ
CBsj37	2,78	A	6,39	ABCDEFGH	9,00	ABC	3,10	GHIJ
MEDIA	3,06		6,50		8,50		3,52	
DMS	0,73		0,84		0,84		0,86	

Comparador DMS 5%; promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

Esta variable en el presente trabajo pudo verse afectada por la presencia de varios genotipos con diferentes valores para DF que pudieron influir en el proceso de polinización.

Similares resultados presenta CORPOICA (1999), que manifiesta que en tomate de árbol la mayor proporción de flores por racimo son abortadas o se presenta secamiento de frutos muy pequeños, debido a un factor de dominancia y competencia de los primeros frutos formados, provocando un bajo porcentaje de amarre de frutos.

#### **4.3.2 Diámetro ecuatorial de fruto maduro (DEFM)**

Acorde con el ANDEVA combinado (Tabla 4), existen diferencias significativas entre localidades y tratamientos. La interacción entre estas fue significativa, el ANDEVA para cada localidad (Tabla 5) indica diferencias para tratamientos en cada localidad.

El comportamiento del DEFM evaluado en cada localidad se muestra en la Tabla 7, en donde se observa que en la localidad de Buesaco CBi51 y CBi49 (57,78mm) y (59,67mm) respectivamente superan al 95% de los genotipos con respecto a esta variable, para esta localidad los genotipos más pequeños fueron CBpo47 y CBp23 con DEFM de 40,53 y 40,18 mm respectivamente sin presentar diferencias significativas con CBg31 (41,30mm) pero si con el resto de los genotipos evaluados.

En la localidad de Cartago como se observa en la Tabla 7, se presentó una situación similar a Buesaco, CBi51 (59,28mm), CBi49 (59,78) y CBco45 (60,07) difieren con el 92,5% de los genotipos. Sin embargo los dos primeros no presentan diferencias con el genotipo CBcon34 que presentó un DEFM de 58,06mm en esta localidad.

**Tabla 7.** Comparación de promedios (DMS) para la variable diámetro ecuatorial en mm de fruto maduro (DEFM) de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

DEFM	BUESACO		CARTAGO		GUAITARILLA		PASTO	
CBi51	59,67	A	59,28	AB	58,41	J	65,68	DEFGHIJ
CBi49	57,78	A	59,78	AB	62,51	GH	60,04	KLMNO
CBco45	54,07	B	60,07	A	57,22	KLM	62,54	FGHIJKLMN
CBco41	53,39	B	51,45	IJ	57,43	JKLM	58,52	MNOPQ
CBp20	52,95	B	55,58	DEF	71,33	B	64,34	EFGHIJK
CBa09	52,91	B	56,73	CDE	61,95	H	61,02	JKLMN
CBsj35	52,75	BC	54,30	FGH	65,05	D	74,61	AB
CBco53	52,52	BCD	55,35	DEF	66,33	C	72,15	ABC
CBsj37	52,41	BCD	54,40	FG	63,60	EF	72,03	ABC
CBsj38	52,22	BCD	54,36	FG	64,36	DE	57,61	NOPQ
CBco39	50,53	CDE	54,93	EF	63,31	FG	60,86	JKLMN
CBc10	50,42	DEF	51,75	IJ	54,50	QR	63,88	FGHIJKL
CBc14	49,16	EFG	50,15	JK	62,95	FGH	58,98	LMNOP
CBb01	48,77	EFGH	41,73	Q	54,70	QR	66,61	DEFG
CBpo48	48,29	FGH	54,76	F	65,00	D	66,27	DEFGH
CBp22	48,23	FGH	51,20	IJ	53,41	S	62,32	FGHIJKLMN
CBc12	48,14	GHI	48,45	KL	56,48	MNOP	60,50	KLMN
CBp16	47,73	GHIJ	54,63	F	60,50	I	74,37	AB
CBp19	47,68	GHIJ	50,43	J	57,60	JKL	76,31	A
CBb08	47,05	GHIJK	46,36	MN	55,48	OPQ	73,43	ABC
CBco46	47,05	GHIJK	56,90	CD	56,79	LMN	54,14	PQ
CBc15	46,93	HIJK	52,48	HI	56,00	NOP	53,72	Q
CBp21	46,92	HIJK	44,30	P	63,61	EF	55,22	OPQ
CBc13	46,66	HIJKL	48,31	L	55,46	PQ	58,21	MNOPQ
CBb05	46,00	HIJKL	45,26	NOP	49,05	T	61,47	IJKLMNO
CBb06	45,61	JKLMN	45,85	MNOP	54,50	QR	61,13	IJKLMN
CBb02	45,44	KLMN	45,15	NOP	49,00	TU	64,19	EFGHIJK
CBp17	45,35	KLMN	52,66	GHI	57,93	JK	61,63	GHIJKLMN
CBg32	45,34	KLMN	46,16	MNO	46,03	V	69,25	CDE
CBg30	44,69	LMNO	51,56	IJ	53,86	RS	66,20	DEFGHI
CBb04	44,47	LMNO	44,38	OP	53,90	RS	65,61	DEFGHIJ
CBcon34	44,38	MNO	58,06	BC	60,50	I	60,01	KLMNO
CBp25	44,22	MNO	53,85	FGH	48,00	U	66,81	DEF
CBp26	44,18	MNO	45,46	MNOP	56,51	MNO	63,24	FGHIJKLM
CBg52	43,90	MNO	53,83	FGH	55,50	OPQ	58,62	MNOPQ
CBb03	43,60	NO	45,26	NOP	46,55	V	64,68	EFGHIJK
CBp18	42,79	OP	45,95	MNOP	52,95	S	61,88	FGHIJKLMN
CBg31	41,30	PQ	44,95	NOP	46,93	V	60,29	OPQ
CBpo47	40,53	Q	41,46	Q	73,00	A	57,61	NOPQ
CBp23	40,18	Q	47,13	LM	48,91	TU	69,92	BCD
<b>MEDIA</b>	47,91		50,87		57,43		63,64	
<b>DMS</b>	2,22		1,83		1,05		1,23	

Comparador DMS 5%; promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

Al igual que en Buesaco en Cartago CBpo47 presento el menor DEFM con 41,46 mm, que para esta localidad no se diferenció significativamente con CBb01 (41,73mm).

En Guaitarilla por su parte, CBpo47 (73mm), CBp20 con DEFM de (71,33mm) y CBco53 (66,33mm) presentaron los valores más altos para DEFM indicando diferencias significativas entre ellos y con los demás genotipos, los valores más bajos para DEFM fueron obtenidos por CBb03 (46,55mm), CBg31 (46,93mm) y CBg32 (46,03mm). En esta localidad se puede observar también que los valores altos y bajos descritos demuestran un comportamiento alejado de la media para DEFM en la localidad, la cual fue de 57,43mm. (Tabla 7).

En la localidad de Pasto CBpo48 con 76,31mm presento el mayor valor DEFM sin que se presente diferencias significativas con CBco39, CBpo47, CBSj38, CBco41 y CBco45 con 74,61, 74,37, 73,43, 72,15 y 72,02mm respectivamente, estos por su parte se diferenciaron significativamente del resto de introducciones en donde se encuentran los menores valores, es decir los frutos que pueden considerarse más pequeños presentando a CBb02 con 53,72mm quien por su parte no evidencio diferencias con los genotipos CBb01, Cbb03, CBSj35, CBg32, CBb04, CBc13, CBp17 y CBp23.

Según Meza y Manzano (2009) es importante indicar que los frutos del género *Cyphomandra* presentan diferentes formas, tamaños y distribución de sus partes como son pericarpio, mesocarpio, endocarpio, placenta, arilo y semillas. En el caso del diámetro ecuatorial, los resultados obtenidos en este estudio fueron similares a los obtenidos por Mesa (2009), en los cuales se encontraron valores significativos en esta variable sin importar la correlación de arilo. Coincidiendo también por los datos reportados por Manzano (2005).

De acuerdo a lo expresado por Montalvo (2010) uno de los factores que aporta al comportamiento de esta variable es las dosis de fertilización de elementos

mayores, es así como el autor obtuvo un promedio general de 59,5 mm de eje ecuatorial que concuerda con los datos obtenidos en esta investigación, sin embargo el promedio general obtenido en la localidad de Pasto que fue superior a la demás localidades, posiblemente debido a la eficiencia de la fertilización empleada en la zona a causa de las condiciones climáticas que garantizaron humedad adecuada en el suelo durante el ciclo de desarrollo en esta localidad, situación que fue variable a través de los ambientes.

#### **4.3.3 Sólidos solubles totales (SST)**

El ANDEVA combinado (Tabla 4) mostro diferencias significativas entre localidades y genotipos. Igualmente la interacción localidad por genotipo en esta variable también fue significativamente diferente.

El ANDEVA por localidad (Tabla 5) permitió establecer que existen diferencias entre genotipos. La prueba de comparación de medias para Buesaco que se muestra en la tabla 8, indica que CBa09 con 10,04°Brix supera al 97% de las introducciones evaluadas, mostrando diferencias significativas con estas. El rango para esta localidad fue de 5,05°Brix obtenido por CBco46 y 10,04 °Brix.

En la tabla 8, se observa que en la prueba de comparación de medias para Cartago muestra que el rango para SST en esta localidad está comprendido entre 9,57 y 10,38°Brix, siendo este ultimo el valor correspondiente al mayor contenido de SST en el genotipo CBp25, pero al contrario de Buesaco, en Cartago si se presentan diferencias estadísticas para esta variable con el 37,55% de los genotipos evaluados.

**Tabla 8.** Comparación de promedios (DMS) para la variable sólidos solubles totales (SST) °Brix, de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

SST	BUESACO		CARTAGO		GUAITARILLA		PASTO	
CBa09	10,04	A	10,12	ABCD	10,01	ABCDE	9,80	CDE
CBsj38	9,47	B	9,82	CDE	9,96	ABCDE	10,20	ABCD
CBco41	9,35	B	9,87	BCDE	9,96	ABCDE	10,32	AB
CBsj37	9,05	C	10,06	ABCD	10,11	ABCDE	9,80	CDE
CBp20	8,94	C	10,04	ABCD	9,94	ABCDE	10,15	ABCD
CBp22	8,59	D	9,96	ABCDE	10,21	ABC	9,76	DE
CBp18	8,56	D	9,80	DE	10,18	ABC	9,85	BCDE
CBi51	8,49	D	9,89	BCDE	10,32	A	10,12	ABCD
CBsj35	8,46	D	9,85	CDE	10,16	ABC	9,93	ABCDE
CBc12	8,13	E	9,96	ABCDE	9,83	BCDE	10,00	ABCDE
CBg32	8,08	EF	10,02	ABCDE	9,85	ABCDE	9,99	ABCDE
CBb06	8,06	EF	10,15	ABCD	10,13	ABCD	10,00	ABCDE
CBb03	7,81	FG	9,91	ABCDE	9,85	ABCDE	10,00	ABCDE
CBi49	7,79	FG	9,93	ABCDE	10,16	ABC	9,86	ABCDE
CBp19	7,70	GH	10,27	ABC	9,67	DE	10,08	ABCDE
CBb05	7,61	GHI	9,83	CDE	10,11	ABCDE	10,23	ABC
CBpo47	7,49	HIJ	10,19	ABCD	10,18	ABC	10,12	ABCD
CBb01	7,39	IJ	9,85	CDE	10,15	ABC	10,00	ABCDE
CBp21	7,34	IJK	10,14	ABCD	10,06	ABCDE	10,17	ABCD
CBb08	7,28	JKL	10,22	ABCD	9,65	E	9,96	ABCDE
CBc15	7,24	JKLM	9,85	CDE	9,98	ABCDE	9,89	ABCDE
CBc10	7,09	KLMN	9,84	CDE	10,15	ABC	10,17	ABCD
CBb04	7,08	KLMN	10,32	AB	9,93	ABCDE	10,08	ABCDE
CBc14	7,01	LMNO	9,95	ABCDE	9,97	ABCDE	10,13	ABCD
CBpo48	7,01	LMNO	9,97	ABCDE	9,87	ABCDE	10,17	ABCD
CBco45	6,96	MNO	10,03	ABCDE	10,14	ABCD	9,84	CDE
CBg31	6,83	NO	10,07	ABCD	10,08	ABCDE	10,32	AB
CBcon34	6,79	O	9,87	BCDE	9,95	ABCDE	10,25	ABC
CBg30	6,76	PQ	9,80	DE	10,17	ABC	9,92	ABCDE
CBco53	6,48	PQ	10,25	ABCD	9,94	ABCDE	10,08	ABCDE
CBb02	6,43	QR	10,02	ABCDE	9,76	CDE	9,64	E
CBp23	6,41	QR	10,23	ABCD	9,94	ABCDE	9,93	ABCDE
CBp26	6,31	QRS	10,08	ABCD	9,80	BCDE	10,07	ABCDE
CBp17	6,27	QRS	10,08	ABCD	10,08	ABCDE	10,14	ABCD
CBp16	6,18	RS	9,95	ABCDE	10,04	ABCDE	9,96	ABCDE
CBco39	6,07	ST	9,89	BCDE	10,14	ABCD	9,94	ABCDE
CBp25	5,85	T	10,38	A	10,03	ABCDE	10,15	ABCD
CBg52	5,83	T	9,96	ABCDE	10,27	AB	9,94	ABCDE
CBc13	5,82	T	9,57	E	10,00	ABCDE	10,20	ABCD
CBco46	5,05	U	10,11	ABCD	9,87	ABCDE	9,97	ABCDE
MEDIA	7,38		10,00		10,02		10,03	
DMS	0,29		0,46		0,47		0,47	

Comparador DMS 5%; promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

En Guaitarilla por su parte el 87,5% de los genotipos no presentan diferencias significativas entre sí, encontrándose en este grupo el genotipo Cbi51 quien presento 10,32°Brix. CBp19 (9,67°Brix) resulta ser el valor más bajo para SST diferenciándose con el 17% de los genotipos evaluados (tabla 8).

En la localidad de Pasto la prueba de comparación de medias evidencio que los genotipos CBco41 y CBg31 con 10,32°Brix hacen parte del grupo correspondiente a 34 introducciones que no presentan diferencias significativas entres si para SST en la localidad de Pasto, el menor valor en esta variable se encontró en CBb02 con 9,64°Brix que tuvo diferencias significativas con los dos genotipos mostrados como los superiores en SST (Tabla 8).

Según lo reportado por Meza y Manzano (2009) no hay diferencias significativas para frutos de color de arilo amarillo y rojo para esta variable, en contraste se presentan diferencias significativas entre genotipos en las localidades evaluadas en este estudio, sin embargo estos resultados se encuentran en los rangos reportados por Bernal y Díaz (2003) y Manzano y Díaz (2002) cuando midieron la variable SST.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo de Valencia *et al.* 2011, quienes evaluaron estas introducciones en una caracterización morfológica esta característica presenta promedios similares a los de esta evaluación, permitiéndonos afirmar que para esta variable el efecto condiciones ambientales como son las edáficas influyen de manera leve, debido a que los promedios en las cuatro localidades son similares.

#### **4.3.4 Contenido de jugo del fruto (CJF)**

Para CJF se obtuvieron diferencias significativas para las localidades y los tratamientos. La interacción localidad por tratamiento fue significativa como se demuestra en la tabla 4.

En la localidad de Buesaco y tal como se observa en la Tabla 9, los genotipos con mayor contenido CJF resultaron ser CBi49 y CBsj35 con 34,39 ml para cada uno de ellos superando y presentando diferencias significativas con el 95% de las introducciones evaluadas, esta introducciones presentan un rango de 11,28 a 30,33 ml en donde también se puede encontrar los valores más bajos CJF para CBb03 (11,72) y CBp23 (11,28) de igual manera se diferencias significativamente con el mismo 95% de los genotipos evaluados.

En Cartago por otra parte se observa menor variabilidad en cuanto a CJF, en esta localidad como se muestra en la Tabla 9, únicamente el 10% de las introducciones evaluadas presentan diferencias con los demás genotipos, CBco53 con 31,26ml, presento el promedio más alto de CJF y difiere únicamente con el 15% del resto de genotipos, de igual manera CBg30 con 30,59ml de CJF, presenta diferencias con 22,5% de los genotipos. Cabe resaltar que el rango para CJF en esta localidad es reducido y está comprendido entre 30,59 y 31,26 ml, con una media general de 30,93ml.

En Guaitarilla el CJF para todos los tratamientos osciló entre 30,58 y 31,35ml, indicando pocas diferencias significativas entre sí, de tal manera que el genotipo CBp20, con 30,58ml mostró diferencias significativas con 16 de los genotipos evaluados en esta localidad y CBc13 quien presentó 31,35ml difiere con nueve genotipos, por lo que se puede afirmar que el 80% de los genotipos evaluados no presentan diferencias con el grupo de mayor CJF (Tabla 9)

En la localidad de Pasto, la Tabla 9 muestra que el genotipo CBcon34 (31,31ml) con mayor CJF para esta localidad, no se presento diferencias con el 95% de los genotipos restantes, el rango para esta variable en la localidad de Pasto fue de 30,68 a 31,31 ml de CJF.



**Tabla 9.** Comparación de promedios (DMS) para la variable contenido de jugo del fruto (CJF) en ml de jugo en 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

CJF	BUESACO		CARTAGO		GUAITARILLA		PASTO	
CBi49	34,39	A	31,09	ABCDE	31,17	ABCD	30,94	ABC
CBsj35	34,39	A	31,10	ABCDE	31,04	ABCDEFG	30,87	ABC
CBco45	30,83	B	30,94	ABCDEF	30,86	BCDEFG	31,05	ABC
CBa09	30,39	B	30,68	CDEF	30,93	ABCDEFG	31,03	ABC
CBc12	30,28	B	30,98	ABCDEF	30,97	ABCDEFG	31,08	ABC
CBsj38	29,39	C	30,77	BCDEF	31,20	ABCD	30,99	ABC
CBc10	27,50	D	30,84	ABCDEF	31,08	ABCDEF	31,01	ABC
CBi51	27,22	D	30,84	ABCDEF	30,74	DEFG	31,17	ABC
CBsj37	27,00	DE	30,64	EF	30,95	ABCDEFG	30,88	ABC
CBco41	26,39	EF	31,20	AB	30,91	ABCDEFG	30,85	ABC
CBp21	25,89	F	30,93	ABCDEF	30,99	ABCDEFG	31,29	A
CBp20	24,83	G	31,18	AB	30,58	G	30,95	ABC
CBp16	24,39	G	30,95	ABCDEF	31,26	AB	30,93	ABC
CBco53	24,28	G	31,26	A	30,92	ABCDEFG	31,02	ABC
CBc14	24,06	G	30,95	ABCDEF	30,68	EFG	30,94	ABC
CBp22	23,06	H	31,03	ABCDEF	31,20	ABC	30,98	ABC
CBp17	22,72	H	30,95	ABCDEF	31,14	ABCDE	31,01	ABC
CBco39	21,55	I	31,07	ABCDE	30,90	ABCDEFG	30,94	ABC
CBb08	21,50	I	31,14	ABCD	31,18	ABCD	31,17	ABC
CBco46	20,83	IJ	30,88	ABCDEF	30,68	EFG	31,10	ABC
CBc15	20,56	JK	30,82	ABCDEF	30,99	ABCDEFG	31,22	AB
CBpo48	20,28	JKL	30,97	ABCDEF	30,92	ABCDEFG	31,09	ABC
CBp25	20,22	JKL	30,98	ABCDEF	31,00	ABCDEFG	31,07	ABC
CBp19	20,00	KL	30,92	ABCDEF	31,29	AB	31,23	AB
CBcon34	19,50	LM	30,68	CDEF	31,11	ABCDE	31,31	A
CBb04	18,84	M	30,75	BCDEF	31,05	ABCDEF	31,06	ABC
CBg32	18,72	M	31,14	ABC	30,64	FG	30,68	C
CBg31	17,55	N	31,03	ABCDEF	31,23	ABC	30,87	ABC
CBc13	17,28	NO	30,67	DEF	31,35	A	30,77	BC
CBg30	17,17	NO	30,59	F	31,06	ABCDEF	31,17	ABC
CBg52	16,78	NOP	30,82	ABCDEF	30,88	BCDEFG	31,16	ABC
CBpo47	16,72	OP	31,02	ABCDEF	30,91	ABCDEFG	30,90	ABC
CBb02	16,67	OP	30,89	ABCDEF	31,11	ABCDE	31,24	AB
CBb01	16,28	P	31,02	ABCDEF	31,19	ABCD	31,22	AB
CBb05	16,06	P	31,10	ABCDE	30,96	ABCDEFG	30,92	ABC
CBb06	15,17	Q	31,00	ABCDEF	31,11	ABCDEF	31,10	ABC
CBp18	14,78	Q	30,90	ABCDEF	30,78	CDEFG	31,04	ABC
CBp26	14,61	Q	30,84	ABCDEF	30,77	CDEFG	30,90	ABC
CBb03	11,72	R	30,83	ABCDEF	31,02	ABCDEFG	31,09	ABC
CBp23	11,28	R	30,86	ABCDEF	30,95	ABCDEFG	31,01	ABC
MEDIA	21,78		30,93		30,99		31,03	
DMS	0,82		0,47		0,46		0,51	

Comparador DMS 5%; promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

La cantidad de jugo presento resultados similares a los reportados en el estudio, de Valencia *et al.*, (2011) quienes obtuvieron en promedio 33,17 ml en el CJF para la colección de trabajo de *C. betacea* del GPFA, esta evaluación se llevo a cabo en una sola localidad, situación que permite establecer que esta variable se pueda ver afectada por condiciones ambientales como son las propiedades edáficas de cada localidad, esto se evidencia en el bajo promedio observado en la localidad de Buesaco en donde el análisis de suelo indico una baja fertilidad comparada con las demás localidades. Teniendo en cuenta que la variabilidad en la especie de acuerdo al trabajo mencionado se expresa en pocos caracteres, Riascos *et al.*, (2010) sostienen que esto puede ser un limitante en el proceso de mejoramiento sobre otras características.

#### **4.3.5 Rendimiento (RTO)**

Acorde con el ANDEVA combinado (Tabla 4), en el RTO se observaron diferencias significativas entre las localidades, tratamientos y significancia en la interacción entre localidad x tratamiento. De igual forma se presentan estas diferencias en cada localidad como se muestra en la tabla 5.

La Tabla 10, muestra que en Buesaco los genotipos CBc14, CBc15, CBc12, CBco41, CBb04, CBg31, CBp22, CBa09 y CBg30 con rendimientos que oscilan entre 5,10 y 5,50 t/ha/año, superaron al 77.5% de los genotipos. CBi51 (3,49 t/ha/año) y CBp21 (3,41 t/ha/año) por su parte se destacaron entre los genotipos de menor promedio sin presentar diferencias estadísticas entre sí y siendo superados con diferencias estadísticas por el 95% de los demás genotipos. El rendimiento promedio para esta localidad fue de 4,54 t/ha/año.

**Tabla 10.** Comparación de promedios (DMS) para la variable rendimiento (RTO) en t/ha<sup>-1</sup> de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

RTO	BUESACO		CARTAGO		GUATARILLA		PASTO	
CBc14	5,50	A	7,08	BCD	10,01	CD	8,71	ABC
CBc15	5,39	AB	7,06	BCDE	10,30	CD	8,08	ABCDEFGH
CBc12	5,24	AB	7,21	ABC	10,62	C	8,01	BCDEFGH
CBco41	5,21	AB	7,51	AB	9,32	DE	9,14	A
CBb04	5,20	B	7,21	ABC	10,19	CD	8,42	ABCDEF
CBg31	5,13	B	7,80	A	11,06	BC	8,71	ABC
CBp22	5,11	B	7,23	ABC	12,09	AB	8,54	ABCD
CBa09	5,10	B	7,25	ABC	9,92	CD	8,92	AB
CBg30	5,10	B	7,09	BCD	13,23	A	8,44	ABCDEF
CBco53	4,81	C	6,49	DEF	7,15	FGHI	6,81	HIJKL
CBpo48	4,81	C	5,79	HI	7,11	GHI	7,45	EFGHIJKL
CBco46	4,74	CD	6,17	FGHI	7,81	FGHI	7,57	DEFGHIJKL
CBsj35	4,69	CDE	6,03	FGHI	7,39	FGHI	7,66	CDEFGHIJK
CBp25	4,59	CDEF	6,64	CDEF	9,21	DE	7,52	DEFGHIJKL
CBp18	4,59	CDEF	6,40	FGH	7,95	FGHI	7,17	GHIJKLM
CBsj37	4,53	CDEFG	6,22	FGHI	7,12	GHI	7,02	HIJKLM
CBpo47	4,52	CDEFG	6,05	FGHI	8,30	EF	6,68	JKLM
CBg32	4,51	DEFG	6,20	FGHI	7,15	FGHI	7,21	GHIJKLM
CBc13	4,50	DEFG	6,12	FGHI	7,23	FGHI	7,10	GHIJKLM
CBco39	4,50	DEFG	6,11	FGHI	7,19	FGHI	6,91	HIJKL
CBb08	4,49	DEFG	6,15	FGHI	7,16	FGHI	6,60	KLM
CBp23	4,44	EFGH	5,68	I	7,99	FGHI	6,84	HIJKL
CBb02	4,43	EFGH	6,29	FGHI	7,20	FGHI	7,60	DEFGHIJKL
CBco45	4,42	EFGH	6,07	FGHI	7,37	FGHI	7,62	CDEFGHIJKL
CBp26	4,40	EFGH	5,87	GHI	7,95	FGHI	7,71	CDEFGHIJ
CBb05	4,39	FGH	5,80	HI	7,15	FGHI	7,15	GHIJKLM
CBp16	4,37	FGH	6,32	FGH	7,72	FGHI	8,52	ABCDE
CBsj38	4,36	FGH	6,19	FGHI	7,10	HI	7,29	GHIJKL
CBi49	4,36	FGH	6,28	FGHI	7,13	GHI	7,36	FGHIJKL
CBp17	4,36	FGH	6,35	FGH	8,26	EFG	7,18	GHIJKLM
CBp20	4,29	GH	6,39	FGH	7,13	GHI	7,65	CDEFGHIJK
CBb03	4,28	GH	6,09	FGHI	7,07	HI	6,54	LM
CBp19	4,24	GH	6,29	FGHI	7,20	FGHI	7,83	BCDEFGHI
CBb06	4,17	HI	6,14	FGHI	7,72	FGHI	6,17	M
CBg52	4,17	HI	6,03	FGHI	7,14	GHI	7,52	DEFGHIJKL
CBc10	3,95	IJ	6,32	FGH	6,90	I	8,14	ABCDEFGF
CBcon34	3,87	J	6,10	FGHI	8,17	EFGH	7,68	CDEFGHIJK
CBb01	3,79	J	6,41	FGH	7,08	HI	6,72	JKLM
CBi51	3,49	K	5,82	HI	7,31	FGHI	6,87	HIJKL
CBp21	3,41	K	6,44	EFG	7,28	FGHI	7,02	HIJKLM
MEDIA	4,54		6,42		8,21		7,55	
DMS	0,29		0,62		1,16		1,09	

Comparador DMS 5%; promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

En Cartago el genotipo CBg31 presentó el mayor promedio en RTO con 7,80 t/ha/año, sin embargo no difiere estadísticamente con CBco41, CBa09, CBp22, CBc12 y CBb04 con rendimientos que comprenden valores de 7,51 y 7,21 t/ha/año, estos genotipos representan el 15% de las introducciones, valor que cobra importancia al analizar un 55% de genotipos que no presentan diferencias significativas con el genotipo CBp23 (5,68 t/ha/año) que presentó el menor rendimiento para esta localidad (Tabla 10).

En Guaitarilla los genotipos CBg30 y CBp22 con 13,23 y 12,09 t/ha/año respectivamente, no presentaron diferencias significativas entre sí y corresponden al 5% del total de genotipos evaluados, siendo estos los de mayor promedio para la variable en esta localidad. Se puede evidenciar que un grupo que representa el 67,5% no se diferencia significativamente con CBc10 (6,90 t/ha/año) que presentó el menor promedio de RTO en Guaitarilla tiene el menor promedio en esta localidad (Tabla 10).

Los mayores rendimientos registrados en la localidad de Pasto y que no se diferencian entre sí son los genotipos CBco41, CBa09, CBg31, CBc14, CBp22, CBp16, CBg30, CBb04, CBc10, CBc15 con promedios que varían entre 9,14 y 8,08 t/ha/año y el genotipo CBbo6 presenta el menor promedio en esta localidad con 6,17 t/ha/año sin diferenciarse significativamente de otras 16 introducciones evaluadas.

Estos resultados indican que los genotipos evaluados a través de las localidades presentan un comportamiento similar en cuanto a que en la mayoría de los casos los mismos genotipos sobresalen en su respectiva localidad, decreciendo cuando las condiciones ambientales de evaluación son desfavorables, es el caso de Buesaco quien presentó un promedio inferior al promedio regional, el cual fue registrado para Nariño en 8,1 tn/ha/año según Agronet (2010).

De acuerdo a lo anterior, se destaca como dato de interés agronómico, que el potencial productivo de los genotipos CBco41, CBa09, CBg31, CBc14, CBp22, CBp16, CBg30, CBb04, CBc10, CBc15, CBi49, CBco53, CBc13 y CBp21; es consistente con las condiciones ecoclimáticas las zonas en evaluación.

La diversidad de rendimientos obtenidos en diferentes localidades, es posiblemente debido a que estas zonas presentan diferencias en el componente altitudinal (1910 – 2498 msnm), mejores condiciones climáticas y edáficas, existiendo mayor actividad fisiológica de las plantas de regiones de mayor altura, lo cual favorece la producción final.

Los menores rendimientos obtenidos en las diferentes localidades se obtuvieron posiblemente por las condiciones desfavorables del ambiente para la producción de tomate. Cabe anotar que el potencial de rendimiento de un genotipo está limitado por condiciones de suelo, humedad y temperatura, competencia de malezas, ataque de plagas y enfermedades.

Para el departamento de Nariño Agronet (2010), reporta un rendimiento promedio de 8,1 tn/ha/año, muy inferior al dato nacional que se considera en 16,3 tn/ha/año, como se observó en el presente estudio se obtuvieron valores variables comparados tanto para el promedio regional como el nacional. La situación reflejada particularmente en Nariño indica según el Consolidado Agropecuario de Nariño publicado por la Gobernación de Nariño (2010), rendimientos para las localidades en estudio que van son de 6 tn/ha/año para Cartago y Buesaco, 3 tn/ha/año en Pasto y 7 tn/ha/año para zonas aledañas a Guaitarilla.

La razón por la cual se reporta como promedio regional el valor mencionado anteriormente es que para el cálculo se consideran los rendimientos de unidades de producción localizadas en zonas de mayor altitud como son las zonas productoras ubicadas en los municipios de Córdoba, Ipiales y Potosí que reflejan

rendimientos más altos pero con periodos vegetativos muy superiores a los obtenidos en las localidades en evaluación.

#### 4.4 Análisis de estabilidad.

Para el análisis de estabilidad se aplicó el modelo AMMI (Efecto principal aditivo e interacción multiplicativa), implementada por Williams (1952), este procedimiento permitió evaluar la adaptabilidad y estabilidad de cada genotipo empleando variables representadas por su alto valor de correlación que indiquen características de desarrollo agronómico, producción y características de calidad del fruto, las variables seleccionadas fueron: Número de frutos por racimo (NFPR), Sólidos solubles totales (SST), y Rendimiento (RTO).

##### 4.4.1 Análisis de estabilidad AMMI para la variable número de frutos por racimo (NFPR)

En la Tabla 11, se presentan los resultados de la prueba de Gollob (Gollob, 1968) mediante la cual se determina la significancia de cada uno de los términos AMMI, se muestra los valores propios de la matriz de covarianzas que son la varianza de cada componente y el porcentaje de explicación acumulado para cada uno de ellos en el análisis AMMI de NFPR promedio de la selección de genotipos superiores de tomate de árbol.

**Tabla 11.** Varianza total y porcentaje acumulado de los componentes principales para la variable número de frutos por racimo (NFPR) de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

CP	%Varianza	%Varianza acumulada
1	70,66	70,66
2	21,22	91,88
3	8,12	100,00

Mediante la aplicación del Modelo AMMI, aplicado a los valores de NFPR promedio de los genotipos se generó la Tabla 12, que muestra los resultados de los NFPR promedio y los scores genotípicos y ambientales para los dos primeros términos AMMI (DIM1 y DIM2), así como los valores de las variables que sirven para generar la Figura 1, del biplot.

El biplot de la Figura 1, muestra el efecto de la interacción genotipo x ambiente, el primer componente (Factor 1) representó el 70,66 % de la varianza total y el segundo eje (Factor 2) representó el 21,22%, en total, los dos primeros componentes explican el 91,88% de la variabilidad total (Tabla 12).

**Tabla 12.** Resultados de los scores para la gráfica del biplot de la variable NFPR de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

NAME	TRAT	NFPR	DIM1	DIM2
T19	CBcon34	6,11	-0,26	-0,47
T7	CBb06	6,49	0,33	-0,36
T20	CBg30	6,43	0,04	-0,34
T24	CBi49	6,22	-0,15	-0,28
T27	CBp17	5,75	-0,43	-0,25
T28	CBp18	6,56	-0,07	-0,23
T17	CBco46	6,07	-0,12	-0,23
T15	CBco41	6,81	0,24	-0,22
T10	CBc12	6,54	0,64	-0,21
T21	CBg31	5,76	-0,48	-0,20
T30	CBp20	6,07	-0,01	-0,18
T38	CBsj35	5,89	-0,24	-0,17
T40	CBsj38	6,68	0,21	-0,14
T3	CBb02	6,65	0,92	-0,12
T13	CBc15	6,88	0,52	-0,12
T18	CBco53	5,57	-0,73	-0,12
T25	CBi51	6,40	-0,14	-0,10
T8	CBb08	6,11	-0,01	-0,05
T39	CBsj37	6,25	0,21	-0,05
T23	CBg52	6,15	-0,26	-0,04
T36	CBpo47	6,07	-0,33	-0,04
T16	CBco45	6,58	0,27	-0,03
T31	CBp21	6,07	-0,38	0,01
T26	CBp16	6,05	0,25	0,01
T5	CBb04	5,82	0,03	0,03
T33	CBp23	5,78	-0,10	0,06
T4	CBb03	5,83	-0,01	0,08

<b>T9</b>	CBc10	6,03	-0,33	0,08
<b>T2</b>	CBb01	5,71	-0,04	0,15
<b>T37</b>	CBpo48	6,08	-0,10	0,21
<b>T1</b>	CBa09	6,44	0,42	0,22
<b>T6</b>	CBb05	6,44	0,42	0,22
<b>T32</b>	CBp22	5,86	0,10	0,25
<b>T29</b>	CBp19	6,28	0,08	0,26
<b>T22</b>	CBg32	5,89	-0,18	0,33
<b>T11</b>	CBc13	6,18	0,12	0,33
<b>T34</b>	CBp25	6,18	0,05	0,35
<b>T35</b>	CBp26	5,75	-0,44	0,41
<b>T14</b>	CBco39	6,11	0,04	0,45
<b>T12</b>	CBc14	5,79	-0,08	0,50
<b>NAME</b>	<b>LOC</b>	<b>NFPR</b>	<b>DIM1</b>	<b>DIM2</b>
<b>SBU</b>	BUESACO	3,06	-0,72	1,03
<b>SCA</b>	CARTAGO	6,50	-1,11	-1,01
<b>SGUA</b>	GUAITARILLA	8,50	0,33	0,29
<b>SPA</b>	PASTO	6,57	1,50	-0,31

En la Figura 1, se observan líneas continuas que representan los ambientes en evaluación, en los vértices del polígono se ubican los genotipos con mayor interacción, por lo tanto, mayor adaptación específica a los ambientes más cercanos a las líneas de la localidad. Así, en el sector superior izquierdo se encuentra la localidad de Buesaco, donde se destacan los genotipos CBp26 (T35) y CBc14 (T12), en el sector derecho el ambiente correspondiente a Guaitarilla, con los genotipos CBa09 (T1), CBco39 (T14) y CBb05 (T6). Para la localidad de Pasto, ubicado en la parte inferior derecha se encuentra el genotipo CBb02 (T3) como el más adaptado, en la parte inferior también se encuentra Cartago que muestra al genotipo CBcon34 (T19) como el más adaptado para este ambiente. Por otra parte se puede mencionar que los genotipos más estables a través de las localidades para la variable NFPR son los que se encuentran más cercanos al origen, mostrando un comportamiento variable cuando se alejan de este.

Los genotipos más estables fueron CBb04 (T5) seguido de CBb08 (T8); en tanto que los genotipos CBcon34 (T19), CBco53 (T18), CBp26 (T35), CBc14 (T12),

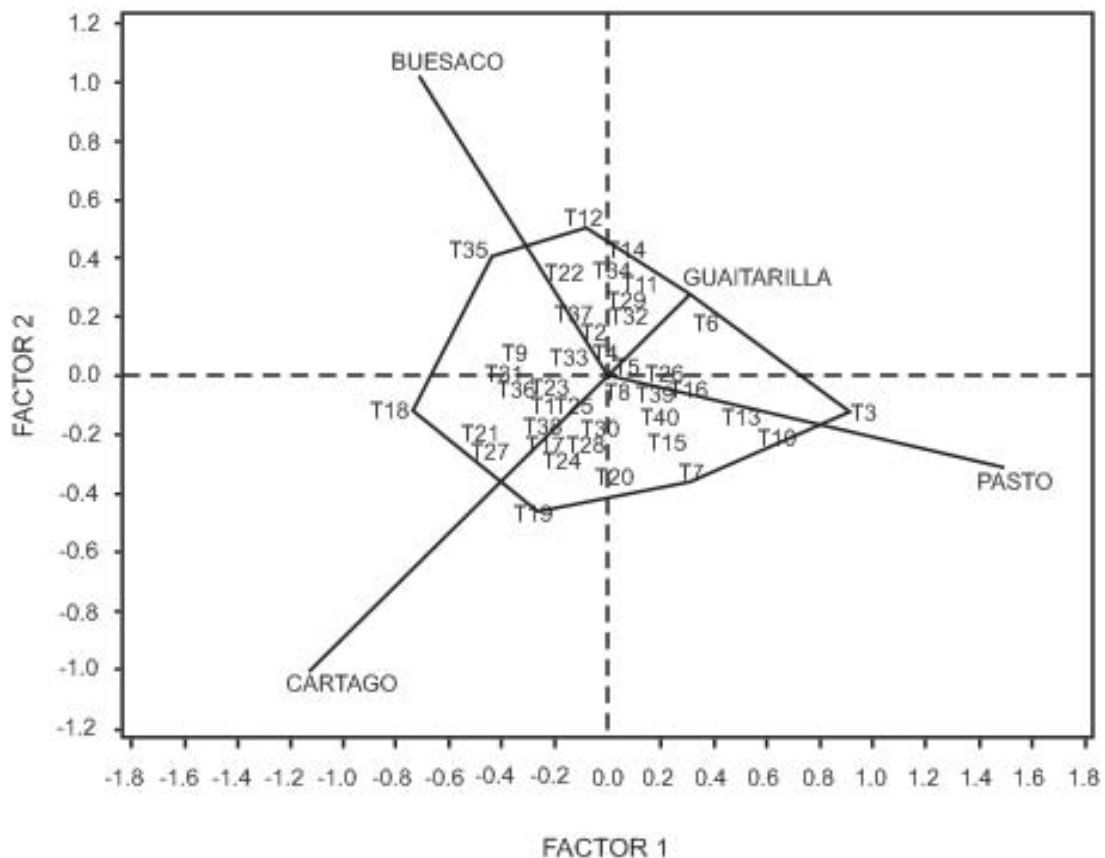


CBco39 (T14), CBb05 (T6), CBb02 (T3) y CBb06 (T7) presentaron los mayores efectos de interacción genotipo x ambiente.

Según la ubicación de los genotipos en la Figura 1, respecto a los componentes principales, podemos observar que CBcon34 (T19) y CBc14 (T12) se encuentran en posición opuesta en relación con el CP1; CBco53 (T18) y CBb02 (T3) tuvieron comportamiento similar con referencia al CP2.

**Figura 1.** Biplot generado para la Variable NFPR de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

La relación entre ambiente y tratamientos está determinada también por la ubicación de los genotipos observada con respecto a los cuadrantes del Biplot es por eso que podemos considerar además de la estabilidad a través de los ambientes el comportamiento de los genotipos ubicados en el cuadrante superior derecho correspondientes a los genotipos CBb05 (T6), CBp25 (T34), CBc13 (T11)



y CBb04 (T5) ubicados en el sector en que se encuentra la localidad de Guaitarilla, demostraron para NFPR valores superiores al promedio general (Anexo C).

#### 4.4.2 Análisis de estabilidad AMMI para la variable sólidos solubles totales (SST)

En la Tabla 13, se presentan los resultados de la prueba de Gollob, 1968 mediante la cual se determina la significancia de cada uno de los términos AMMI, se muestra los valores propios de la matriz de covarianzas que son la varianza de cada componente, el porcentaje de explicación y el porcentaje de explicación acumulado para cada componente principal en el análisis AMMI de la variable SST promedio de 40 genotipos de tomate de árbol en cuatro municipios de la zona andina del departamento de Nariño.

**Tabla 13.** Varianza total y porcentaje acumulado de los componentes principales para la variable sólidos solubles totales SST de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

CP	% varianza	% varianza acumulada
1	50,58	50,58
2	46,91	97,49
3	2,51	100,00

Mediante el Modelo AMMI aplicado a los valores de SST promedio de los genotipos se genero la Tabla 14, en donde se puede evidenciar los resultados de SST promedio y los scores genotípicos y ambientales para los dos primeros términos AMMI (DIM1 y DIM2), así como los valores necesarios para la generación del Biplot mostrado en la Figura 2.

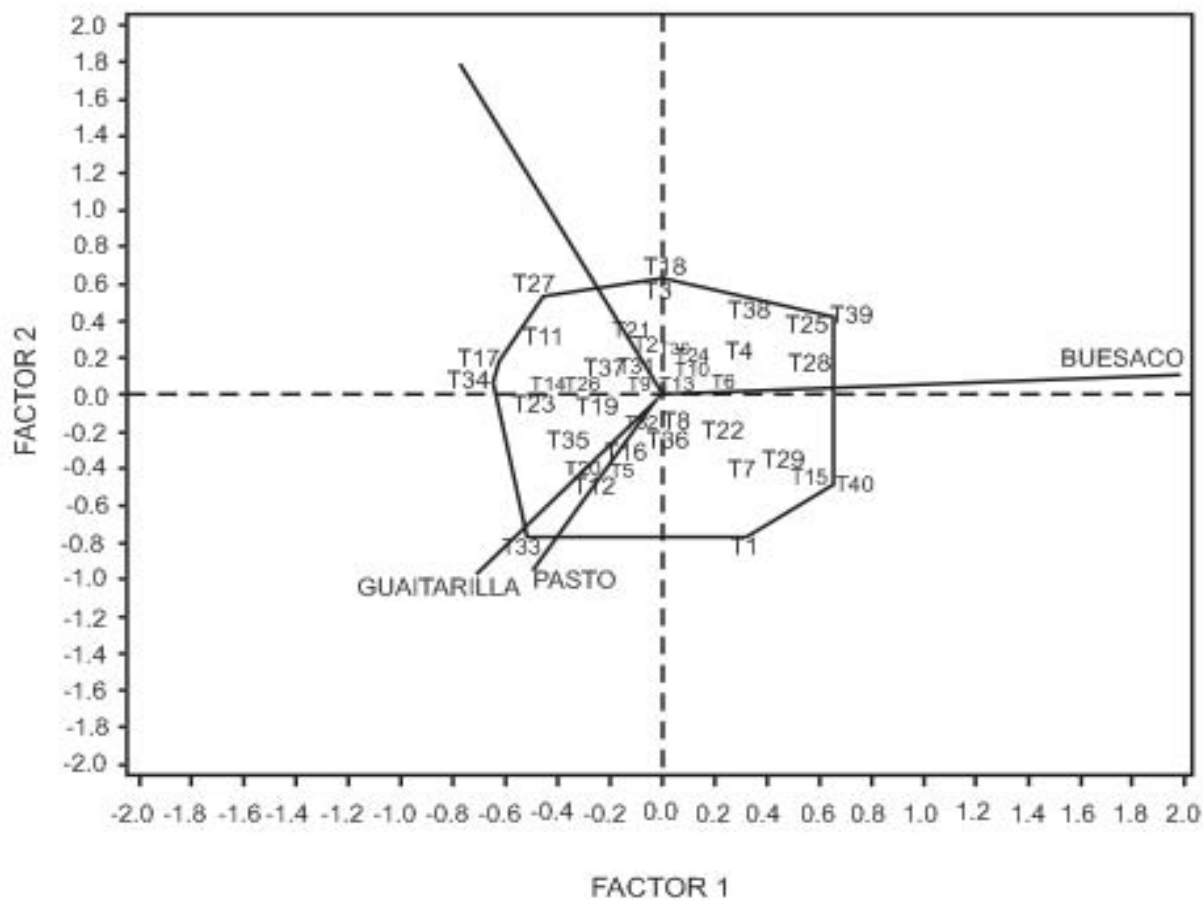
El Biplot presentado en la Figura 2, muestra el efecto de la interacción genotipo x ambiente, como se muestra en la tabla 19, el primer componente (Factor 1) representó el 50,58 % de la varianza total y el segundo eje (Factor 2) representó el

46,91%, en total, los dos primeros componentes explican el 97,49% de la variabilidad total.

**Tabla 14.** Resultados de los scores para la gráfica del biplot de la variable sólidos solubles totales SST de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

TYPE	NAME	TRAT	SST	DIM1	DIM2
GEN	T33	CBp23	8,73	-0,51	-0,78
GEN	T1	CBa09	10,69	0,33	-0,76
GEN	T15	CBco41	9,42	0,61	-0,48
GEN	T40	CBsj38	9,44	0,66	-0,47
GEN	T12	CBc14	8,78	-0,25	-0,47
GEN	T20	CBg30	8,62	-0,29	-0,42
GEN	T5	CBb04	8,78	-0,22	-0,41
GEN	T7	CBb06	8,72	0,31	-0,39
GEN	T29	CBp19	8,02	0,48	-0,35
GEN	T16	CBco45	8,46	-0,12	-0,30
GEN	T35	CBp26	8,24	-0,34	-0,25
GEN	T36	CBpo47	8,73	0,00	-0,22
GEN	T22	CBg32	8,87	0,23	-0,19
GEN	T32	CBp22	10,01	-0,09	-0,15
GEN	T8	CBb08	8,43	0,05	-0,14
GEN	T19	CBcon34	8,45	-0,22	-0,06
GEN	T9	CBc10	8,21	0,05	-0,01
GEN	T23	CBg52	7,98	-0,47	-0,01
GEN	T13	CBc15	8,45	0,01	0,01
GEN	T14	CBco39	8,11	-0,41	0,04
GEN	T26	CBp16	8,01	-0,31	0,04
GEN	T6	CBb05	8,36	0,24	0,06
GEN	T34	CBp25	8,34	-0,65	0,07
GEN	T31	CBp21	8,67	-0,06	0,16
GEN	T37	CBpo48	8,63	-0,21	0,16
GEN	T17	CBco46	7,49	-0,62	0,17
GEN	T28	CBp18	8,44	0,67	0,17
GEN	T10	CBc12	9,06	0,13	0,18
GEN	T24	CBi49	8,75	0,12	0,22
GEN	T30	CBp20	10,07	0,03	0,23
GEN	T4	CBb03	8,43	0,30	0,24
GEN	T2	CBb01	8,72	-0,07	0,30
GEN	T11	CBc13	7,89	-0,45	0,32
GEN	T21	CBg31	8,22	-0,10	0,35
GEN	T25	CBi51	8,42	0,62	0,43
GEN	T39	CBsj37	8,93	0,65	0,44
GEN	T38	CBsj35	8,97	0,36	0,52
GEN	T27	CBp17	8,32	-0,45	0,53
GEN	T3	CBb02	7,63	-0,02	0,58
GEN	T18	CBco53	7,65	-0,01	0,64
TYPE	NAME	LOC	SST	DIM1	DIM2

ENV	SBU	BUESACO	7,38	1,98	0,11
ENV	SCA	CARTAGO	8,62	-0,77	1,80
ENV	SGUA	GUAITARILLA	8,64	-0,71	-0,97
ENV	SPA	PASTO	9,77	-0,50	-0,94



**Figura 2.** Biplot generado para la variable sólidos solubles totales SST de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

En la Figura 2, se observan líneas continuas, que representan los ambientes, en los vértices del polígono podemos identificar a los genotipos con mayor adaptación específica, por otra parte los genotipos más cercanos a cada línea de localidad, demuestran su adaptación en la localidad correspondiente. En el sector superior del Biplot superior se ubican el ambiente correspondiente a la localidad de Cartago en donde se destacaron los genotipos CBp17 (T27) y CBco53 (T18), en el sector derecho el ambiente en el que se encuentra a Buesaco, presenta al

genotipo CBp18 (T28) como el más adaptado para esta localidad. En el sector inferior se muestran los ambientes correspondientes a las localidades de Guaitarilla y Pasto, con el genotipo CBp23 (T33) adaptado para ambas localidades, como se observa en la grafica estos ambientes presentan un comportamiento similar en cuanto a esta variable se refiere, por lo tanto en evaluaciones futuras de los genotipos adaptados a esta localidades se podría prescindir de una de ellas en cuanto a SST se refiere.

El genotipo más estable a través de las localidades, fue CBc15 (T13); en tanto que los genotipos CBp23 (T33), CBp25 (T34), CBco46 (T17), CBp17 (T27), CBco53 (T18), CBsj35 (T38), CBb01 (T2), CBp18 (T28), CBco39 (T14) y CBa09 (T1) presentaron los mayores efectos de interacción genotipo x ambiente por cuanto mostraron la mayor distancia con respecto al eje central del grafico, sin embargo como se menciona anteriormente cada uno de ellos presento cierta adaptabilidad especifica a ambientes determinados.

La relación entre ambiente y tratamientos la determinan los signos de los componentes principales: si poseen el mismo signo representan una interacción positiva en cuanto a SST en la características de la calidad del fruto (°Brix superiores a la media); signos contrarios indican un efecto negativo del tratamiento en ese ambiente específico (°Brix inferior a la media).

Según la ubicación de los genotipos en la Figura respecto a los componentes principales, podemos observar que CBb03 (T4), y CBb05 (T6), CBc15 (T13) y CBc12 (T10), presentaron de acuerdo a su posición promedios superiores a la media general para esta variable presentada en el Anexo C.

#### **4.4.3 Análisis de estabilidad AMMI para la variable rendimiento (RTO)**

En la Tabla 15, se presentan los resultados de la prueba de Gollob (1968), mediante la cual se determina la significancia de cada uno de los términos AMMI,

en esta se muestra los valores propios de la matriz de covarianzas que corresponden a la varianza de cada componente, el porcentaje de explicación y el porcentaje de explicación acumulado para cada componente principal en el análisis AMMI de la variable RTO.

**Tabla 15.** Varianza total y porcentaje acumulado de los componentes principales para la variable RTO de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

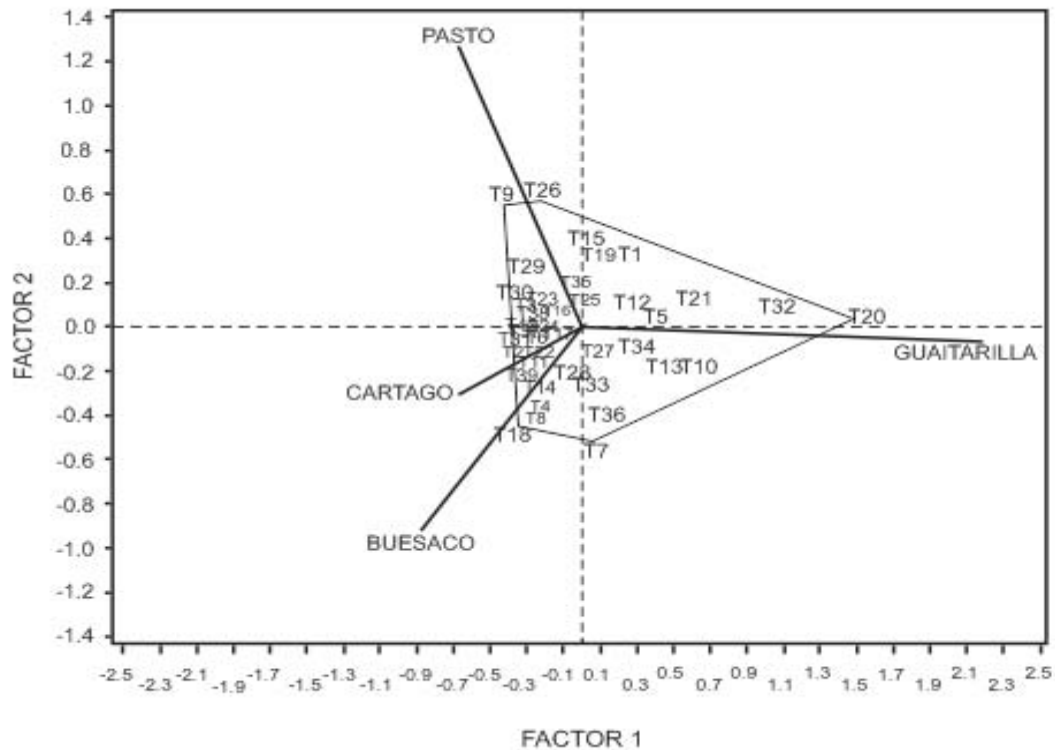
<b>CP</b>	<b>% varianza</b>	<b>% varianza acumulada</b>
<b>1</b>	81,84	81,84
<b>2</b>	12,84	94,67
<b>3</b>	5,33	100,00

La aplicación del Modelo AMMI permitió generar la Tabla 16, en la cual se muestra los resultados del rendimiento promedio (RTO) y los scores genotípicos y ambientales para los dos primeros Factores AMMI (DIM1 y DIM2), así como los valores de las variables que sirven para generar la Figura 3, que muestra el biplot correspondiente al análisis de la interacción genotipo x ambiente para la variable RTO de los genotipos evaluados en el presente trabajo.

El Biplot de la Figura 3, muestra el efecto de la interacción genotipo x ambiente, en donde como se mostro en la tabla 21, el primer componente (Factor 1) representó el 81,84 % de la varianza total y el segundo (Factor 2) representó el 12,84%, en total, estos dos primeros componentes explicaron el 94,68% de la variabilidad total.

**Tabla 16.** Resultados de los scores para la gráfica del biplot de la variable rendimiento (RTO) de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

TYPE	NAME	TRAT	RTO	DIM1	DIM2
GEN	T1	CBa09	7,80	0,28	0,34
GEN	T2	CBb01	6,00	-0,20	-0,12
GEN	T3	CBb02	6,38	-0,32	0,10
GEN	T4	CBb03	6,00	-0,22	-0,35
GEN	T5	CBb04	7,75	0,41	0,05
GEN	T6	CBb05	6,12	-0,24	-0,05
GEN	T7	CBb06	6,05	0,06	-0,51
GEN	T8	CBb08	6,10	-0,22	-0,40
GEN	T9	CBc10	6,33	-0,42	0,55
GEN	T10	CBc12	7,77	0,60	-0,18
GEN	T11	CBc13	6,24	-0,25	-0,15
GEN	T12	CBc14	7,82	0,29	0,11
GEN	T13	CBc15	7,71	0,48	-0,17
GEN	T14	CBco39	6,18	-0,24	-0,25
GEN	T15	CBco41	7,80	0,01	0,39
GEN	T16	CBco45	6,37	-0,24	0,14
GEN	T17	CBco46	6,58	-0,14	-0,02
GEN	T18	CBco53	6,31	-0,33	-0,45
GEN	T19	CBcon34	6,46	0,10	0,34
GEN	T20	CBg30	8,46	1,47	0,04
GEN	T21	CBg31	8,17	0,63	0,13
GEN	T22	CBg32	6,27	-0,30	-0,11
GEN	T23	CBg52	6,21	-0,27	0,18
GEN	T24	CBi49	6,28	-0,31	0,01
GEN	T25	CBi51	5,87	-0,03	0,13
GEN	T26	CBp16	6,73	-0,23	0,57
GEN	T27	CBp17	6,54	0,09	-0,11
GEN	T28	CBp18	6,53	-0,05	-0,20
GEN	T29	CBp19	6,39	-0,32	0,28
GEN	T30	CBp20	6,37	-0,34	0,17
GEN	T31	CBp21	6,04	-0,11	0,16
GEN	T32	CBp22	8,24	1,06	0,10
GEN	T33	CBp23	6,24	0,09	-0,23
GEN	T34	CBp25	6,99	0,31	-0,09
GEN	T35	CBp26	6,48	-0,03	0,20
GEN	T36	CBpo47	6,39	0,16	-0,39
GEN	T37	CBpo48	6,29	-0,34	-0,05
GEN	T38	CBsj35	6,44	-0,27	0,07
GEN	T39	CBsj37	6,22	-0,29	-0,21
GEN	T40	CBsj38	6,24	-0,30	-0,01
TYPE	NAME	TRAT	RTO	DIM1	DIM2
ENV	SBU	4,54	-0,87	-0,91	-0,71
ENV	SCA	6,42	-0,66	-0,30	1,03
ENV	SGUA	8,21	2,19	-0,06	-0,05
ENV	SPA	7,55	-0,67	1,28	-0,27



**Figura 3.** Biplot generado para la variable rendimiento (RTO de 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en los municipios de Buesaco, San Pedro de Cartago, Guaitarilla y Pasto.

En la figura 3, se observan líneas continuas representando cada uno de los ambientes en evaluación. En los vértices del polígono generado se ubican los genotipos con mayor interacción, por lo tanto, mayor adaptación específica a los ambientes más cercanos a las líneas continuas, de tal manera que en el sector superior podemos observar el ambiente correspondiente a la localidad de de Pasto, en donde se destacan los genotipos CBc10 (T9) y CBp16 (T26); en el sector derecho el ambiente en el que se encuentra Guaitarilla, con el genotipo CBg30 (T20) como el más adaptado para el ambiente ubicado en este sector del Biplot, en el sector izquierdo el ambiente en el que se encuentra Cartago, muestra a CBb01 (T2) como el genotipo más adaptado para este ambiente y el genotipo CBco53 (T18) es el que se encuentra más adaptados para la localidad de Buesaco.



Los genotipos que presentaron mayor adaptabilidad a través de los ambientes en evaluación fueron: CBco46 (T17) y CBi51 (T25) en su orden para esta variable; en tanto que los genotipos CBp16 (T26), CBc10 (T9), CBco53 (T18), CBb06 (T7) y CBg30 (T20) presentaron los mayores efectos de interacción genotipo x ambiente por estar ubicados lejos del eje central del Biplot.

Por su parte los genotipos CBa09 (T1), CBb04 (T5), CBc14 (T12), CBp22 (T32), CBg30 (T20) y CBco41(T21), presentaron una relación ambiente tratamiento positiva indicando para todos ellos valores superiores a la media general para esta variable que se indica en el Anexo B.

El comportamiento general de los genotipos para RTO demuestra un comportamiento estable, evidenciado en la poca dispersión de los tratamientos en el grafico y su concentración hacia el eje principal del Biplot, al respecto Becker (1981), distingue dos tipos de estabilidad. Por una parte, la estabilidad biológica con un sentido homeostático, mediante el cual un genotipo mantiene un rendimiento constante en diferentes ambientes; este tipo de estabilidad no es deseable en la agricultura moderna, donde los genotipos deberían responder a las condiciones del medio mejoradas. En el presente trabajo se puede observar una situación acorde con este concepto debido posiblemente a la poca variabilidad que pudiese existir en los tratamientos evaluados mostrando rendimientos estables sin importar el ambiente de evaluación.

El mismo autor también menciona un segundo concepto al que denomina estabilidad agronómica, el cual implica que un genotipo es considerado estable si rinde relativamente bien respecto al potencial de los ambientes evaluados, mostrando una baja interacción en términos de ecovalencia. Al respecto podemos considerar entonces la necesidad de evaluar los genotipos en rangos ambientales de mayor variación que los empleados en el presente estudio.

Por otra parte también se puede mencionar la necesidad de la evaluación en diferentes estados cronológicos. Según Fan *et al.*, 2007 firmado por La adaptabilidad fenotípica evalúa el comportamiento de los genotipos en localidades diferentes. Los estudios de adaptabilidad y de estabilidad fenotípica, para fines de mejoramiento, se refieren a la evaluación de la respuesta diferencial de los genotipos a la variación de las condiciones del ambiente. La evaluación de los cultivares se debe realizar en localidades representativas de la región y en varios años, para que se tenga seguridad en una recomendación

## V. CONCLUSIONES

- Para los genotipos evaluados en el presente trabajo se encontró que las variables días a poda (DAP), diámetro basal al momento de la primera poda (DBPP), Días a Cosecha (DAC), Diámetro basal en el momento de la floración (DBMF), número de frutos por racimo (NFPR), diámetro ecuatorial de fruto maduro (DEFM), grosor del mesocarpo (DEM), diámetro de la cavidad interior del fruto (DCIF), contenido de jugo del fruto (CJF) y rendimiento (RTO), mostraron los mayores valores de correlación con respecto al total de las variables evaluadas, permitiendo de esta manera el análisis del comportamiento general de los tratamientos a partir de su comportamiento individual en cada localidad evaluada y posibilitando además en futuros trabajos considerar estas variables como criterios de selección.
- Los genotipos CBb05, CBp25, CBc13 y CBb04 demostraron adaptabilidad positiva a través de las localidades en evaluación para la variable NFPR, CBb03, CBb05, CBc15 y CBc12 por su parte también la demostraron para SST. Con respecto a RTO, CBa09, CBb04, CBc14, CBp22, CBg30 y CBco41 mostraron ser los más estables, indicando promedios de superiores a la media general de los tratamientos a través de las localidades.
- Los genotipos CBa09, CBb04, CBc14, CBp22, CBg30, CBb05, CBc15, CBc16, CBb05, CBp25, CBc13 y CBb04 mostraron ser los más deseables para su utilización en programas de mejoramiento tendientes a la obtención de materiales uniformes de siembra para las zonas productora altoandina del departamento de Nariño.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la evaluación de los genotipos CBa09, CBb04, CBc14, CBp22, CBg30, CBb05, CBc15, CBc16, CBb05, CBp25, CBc13 y CBb04 bajo diferentes sistemas de producción, permitiendo así establecer su reacción a diferentes factores bióticos y abióticos que puedan presentarse en los ambientes en evaluación.
- Es necesario establecer un índice de selección participativo para ser implementado con los genotipos seleccionados en la consecución de materiales de siembra que puedan ser adoptados por los agricultores.

## BIBLIOGRAFIA

Acevedo, M; Reyes, E; Castrillo, W; Torres, O; Marín, C; Alvares, R; Moreno, O. y E, Torres. 2010. Estabilidad fenotípica de arroz de riego en Venezuela utilizando los modelos LIN-BINNS Y AMMI. *Agronomía Tropical*. 60(2): 131-138.

AGRONET. 2010. Estadísticas de productos agropecuarios. Publicación encuesta agrícola. Disponible en Línea: <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/AnalisisEstadisticas/tabid/73/Default.aspx>. Consulta Septiembre 2011.

Amaya, J y J, Julca. 2006. Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea* Cav Sendt). Biodiversidad y Conservación de los Recursos Filogenéticos Andinos. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Conservación del Medio Ambiente. Trujillo – Perú. 8p.

Analis, W. Quintero, V. García, F. Garcia, N. Gomez, J. Arcos, G. Garcia, M. Montes, S y Alcalá, L. 2010. Modelo de Finlay y Wilkinson vs el modelo AMMI para analizar la interacción Genotipo – ambiente en Sorgo. México. *Revista Fitotec.* Vol 33(2): 117 – 123.

Aristizabal, J. 1997. Fertilización en tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt.). *Fitotecnia*. Manizales, Universidad del Caldas. , 2p.

ARTURO, D y F, GOYES, 2003. Caracterización Biológica de un Virus en Tomate de Árbol (*Solanum betaceum* [Sendt.]) Presente en el Departamento de Nariño. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo) Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto: Universidad de Nariño. 69 p.

Becker, H.. 1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica* 30:835- 840.

Bernal, J. y C, Díaz. 2003. Tecnología para el cultivo del tomate de árbol, Manual Técnico N° 3. Ecoregión Andina. Centro de Investigación Andina "La Selva" Río Negro, Antioquia, Colombia. 129p.

Bernal, J., y C, Diaz. 2002. TOMATE DE ARBOL. GENERALIDADES DEL CULTIVO. CORPOICA. Manual Técnico Numero 3. 49p.

Berry, W. y S, Feldman. 1985. Multiple Regression in Practice. Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, series no. 07-050. Newbury Park, USA, 20p.

Bohs, L. 1988. Ethnobotany of the genus *Cyphomandra* (solanaceae). Economic botany. 43 (2). , 143 - 163.

Bohs, L. 1994. Flora Neotropica; *Cyphomandra* (Solanaceae). New York Botanical Garden Press son behalf of Organization for Flora Neotrópica. New York, USA. Vol. 63. pp 1- 75.

Bohs, L. 1988. The Colombian species of *Cyphomandra*. Revista Colombiana de Ciencias Exactas. 16: 66 – 75.

CORPOICA. 1998. programa nacional de manejo integrado de plagas- MIP. Centro de Investigación Tibaitata, Bogotá. 6p.

CORPOICA. 1999. "Estudios biológicos y epidemiológicos de la antracnosis de tomate de árbol y generación de alternativas para su manejo integrado en Colombia", Informe técnico final. Proyecto de Cofinanciación PRONATTA, Colombia. 105p.

Correa, J, y L, Carvalho. 1996. Parámetros de estabilidad del algodónero en la región noreste de Brasil. Revista agropecuaria de Brasil. 877 - 883p.

Gollob, H. 1968. A statistical model which combines features of factor analytic and analysis of variances. techniques. *Psychometrika* 33, 73-115.

CRFG. 2007. CALIFORNIA RARE FRUIT. Disponible en Línea: [www.crfg.net](http://www.crfg.net). Consulta: marzo 2 de 2009.

GROWERS. Tamarillo *Cyphomandra betacea* Sent. Solanaceae. Disponible en Línea: <http://www.crfg.org/pubs/ff/tamarillo.html>. Consulta Febrero 2011.

Crossa, J. Gauch, H., y R, Zobel. 1990. Additive main effects and multiplicative interaction of two international maize cultivars trials. *Crops Science*, 30:493 - 500.

Duque, M. 2007. CURSO DE MEJORAMIENTO DE ARROZ. Conceptos Estadísticos. Centro Internacional de Agricultura Tropical , 68p.

Eberhart, A., & Russell, W. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, Vol 6 No 1. 36 – 44.

Espinal, C. 2005. Cadena de los frutales de exportación en Colombia: mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Documento de trabajo No. 67, 68p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 2004. Cultivo de tomate de árbol. Bogotá. Colombia. Editolaser. 22 p.

Fan, X.M.; M.S. Kang, H. Chen, Y. Zhang, J. Tan and C. Xu, 2007. Yield stability of maize hybrids evaluated in multi-environment trials in Yunnan, China. *Agronomy Journal* 99:220-228.

García, P., García, R., Medina, C., y Lobo, M. 2002. Variabilidad cualitativa en una colección de tomate de árbol *Cyphomandra (Solanum) betacea (betaceum)*.

En: Seminario Nacional de Frutales de clima frio moderado. Corpoica. Universidad Pontificia Bolivariana. Medellin, Colombia. Pg. 49 – 54.

Gauch, H.G. 1988. Model selection and validation for yield trials with interaction. *Biometrics* 44: 705-715.

Gauch, H.G. y Zobel, R.W. 1996. AMMI analysis of yield trials. In: M S Kang and H G Gauch, Jr. (eds) *Genotype by environment interaction*. CRC Press. New York. 416 pp.

Gimenez, F; Luquez, J. y C, Suarez. 2001. Estabilidad y adaptabilidad de cultivares de soja para el rendimiento en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*.104 (2).11p.

Gobernación de Nariño. 2010. Consolidado Agropecuario de Nariño. Estadísticas de la Secretaria de agricultura y medio ambiente de Nariño y Umatas del departamento. 122p.

Gonzales, T; Monteverde, E; Marín, C. y P, Madriz. 2007. COMPARACION DE TRES METODOS PARA ESTIMAR ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO EN NUEVE VARIEDADES DE ALGODON. *INTERCIENCIA*, Venezuela, VOL 32 No. 5. 344-349.

Gordon, R; Camargo, I; Franco, J. y S, Gonzales. 2006. Evaluación de la adaptabilidad y estabilidad de 14 híbridos de maíz, Azuero, Panamá. *Agronomía Mesoamericana*. 17 (2), 189 - 199.

Gualberto R; Oliveira PSR; Guimarães AM. 2009. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo crespa em cultivo hidropônico. *Horticultura Brasileira* 27: 007-011.



Gutierrez, J. (1992). Estudio de variedades y zonas algodoneras en el valle de Guadalquivir. Informaciones técnicas. Consejería de agricultura y pesca. Andalucía España. 65p.

Huber, H. 1997. Architectural Plasticity of stoloniferous and erect herbs in response to light climate. D. Thesis. University Utrecht. 120 p.

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES. (INIAP). 2004. "Manual del cultivo del tomate de árbol". Editorial Tecnigrava. Ecuador. 27p.

Instituto Colombiano de Normalización y Certificación. 1997. Frutas Frescas. Tomate de Árbol. Especificaciones. NTC 4105. Bogotá D.C.: El Instituto. 19 p.

Kaaria, S; Trujillo, E. y L, Romero. 2004. Seguimiento y evaluación participativa S&EP. Centro Internacional de Agricultura Tropical, 7p.

Lozano-del Río. J, Zamora. V, Ibarra. L, Rodríguez. S, De la Cruz. E y De la Rosa, M. 2009. Análisis de la interacción genotipo – ambiente mediante el modelo AMMI y potencial de producción de triticales forrajeros (X Triticosecale Wittm). Departamento de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". México. Pag. 80 – 92.

LEGISCOMEX. 2008 Frutas exóticas de Colombia, inteligencia de mercados. Boletín informativo. 16 p.

Lobo, M. 1992. Los recursos fitogenéticos: evolución, tipos y utilización. En: Memorias Curso internacional sobre recursos fitogenéticos. 20p.

Lobo, M. 2004. Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt), frutal promisorio para la diversificación del agro andino. Programa de Recursos Genéticos y Biotecnología Vegetales. CORPOICA C.I. La Selva. Rionegro - Antioquia. 19 p.

Lobo, M. 2006. Recursos genéticos y mejoramiento de frutales andinos: una visión conceptual. CORPOICA, CIENCIA Y TECNOLOGIA AGROPECUARIA 7 (2), 40 - 54.

MADR, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y OAC, Observatorio Agrocadenas Colombia. 2005. Espinal, C., Martínez, C., Peña, M. La Cadena de los Frutales de Exportación en Colombia. Documento de trabajo N° 67. Una Mirada Global de su Estructura y Dinámica 1991 – 2005. Bogotá. 68p.

Magari, R. y M, Kang. 1997. Stability of balance an unbalance data. Agronomy journal. 89: 929- 932.

Manzano J. y J, Díaz. 2002. Características de calidad en frutos almacenados de Tomate de Árbol (*Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendtner). Proc. Interamer. Soc. Trop.Hort. 46: 68-69.

Manzano, J. 2005. Características de frutos de tomate de árbol, *Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendtn, y sus relativos. Proc. Interamer Soc. Trop. Hort. 48(1): 149-151.

Mesa, N y J, Manzano. 2009. Características del fruto de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* [Cav.] Sendtn) basadas en la coloración del arilo, en la Zona Andina Venezolana. Revista UDO Agrícola, 9(2):289-294.

Montalvo, G. 2010. Evaluación de tres formulaciones químicas a base de de N-P-K para la floración y fructificación del tomate del árbol (*Solanum Betaceum* Cav) variedad amarilla gigante. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador. 97p.

Mueller, L; Wang, Y; Herbst, E; Keyder, E; Menda, N; Zamir, D. y S, Tanksley. 2005. The sol genomics Network. A Comparative Resource for Solanaceae Biology and Beyond. *Plant Physiol.* 138 (3): 1310-1317.

Nuez, F., y R, Morales. 1999. Germoplasm of solanaceae horticultural crops in the south of ecuador. *Plant genetic resources newsletter* No. 120. 44 - 47.

Ordoñez, S., Torres, M., y V, Arahana. 2007. Diferenciación molecular en variedades cultivadas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*), mediante la técnica molecular de AFLP. Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad San Francisco de Quito, publicación periódica, 107p.

Peñañiel, N., Arahana, V., y M, Torres. 2008. Evaluación de la variabilidad genética del tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en los cultivos de tres provincias del Ecuador por medio de marcadores microsatelites. Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad San Francisco de Quito, publicación periódica, 107p.

Pablo, J y M, Tamayo. 2001. Principales enfermedades del tomate de árbol, la mora y el lulo en Colombia. Boletín técnico 12. CORPOICA La Selva. Rionegro Antioquia. 38p.

Pickersgill, B. 2007. Domestication Of Plants In The Americas: Insights From Mendelian And Molecular Genetics. *Annals Of Botany* No. 100:925 - 940.

Pratt, H. 1976. The Tamarillo: fruit growth and Maturation, repining, respiration, and the role of ethylene. *J. Sci. Fd. Agric.* 27:399-404.

Prada, P., y Basto, G. 2004. Practicas recomendadas para el manejo del cultivo de Tomate de Árbol. Corpoica y Pronata. Editorial Promedios. Bogotá. D. C., Colombia. 89 p.

Pringle, G., y B Murray. 1991. Interspecific hybridization involving the tamarillo, *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt. (Solanaceae). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 19:103-111.

Prohens, J., y F, Nuez. 2005. THE TAMARILLO (*Cypomandra betacea*): A Review Of A Promising Small Fruit Crop. UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, 43 - 59.

Riascos, M; Santacruz, A; Lagos, T. y O, Checa. 2010. Caracterización morfológica de 39 genotipos de la colección de lulo *Solanum quitoense* Lam., de la Universidad de Nariño en el municipio de Buesaco-Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 19p.

Rondón, J. 2006. Estudio Biológico Y Epidemiológico De La Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*, Penz), del Tomate de Árbol (*Solanum Betacea*, (Cav) Sendt), y Generación de Alternativas Para Su Manejo Integrado En Colombia. Corpoica. Disponible en línea: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20061127103437\\_Estudio%20de%20la%20antracnosis%20en%20tomate%20de%20arbol.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127103437_Estudio%20de%20la%20antracnosis%20en%20tomate%20de%20arbol.pdf); consulta: mayo 10 de 2011.

Saldarriaga, A., Castaño, R., e I, Arango. 2008. Caracterización del agente causal de la antracnosis del tomate de árbol, manzano y mora. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias. 32(123), 145-156.

Sistema de Información de Precios e Insumos y Factores Asociados a la Producción. 2009. Anuario estadístico de frutas y hortalizas 2004 – 2009 y sus calendarios de siembra y cosechas. Disponible en Línea: <http://www.agronet.gov.co/>. Consulta Septiembre, 2011.

Schilder, A. 2003. Optimum timing and use of strobilurin fungicides for disease control in strawberries. department of plant pathology. Plant Biology Building. Michigan State University.

Soria, N. 2006. "Tecnología del cultivo de tomate de árbol". Proyecto SICA. Quito. Disponible en línea: [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos20para%20invertir/frutas/tomate%20arbol/tecnologia\\_%20cultivo.htm](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos20para%20invertir/frutas/tomate%20arbol/tecnologia_%20cultivo.htm). Consultado el 14 septiembre de 2011.

Tafur, R. 2006. Propuesta frutícola para Colombia y su impacto en la actividad económica, nacional, regional y departamental. . Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. En: Memorias Primer Congreso Colombiano de Horticultura. , 240p.

Tamayo, P; Hincapie, M. y M, Londoño. 1999. Frutales de clima frio moderado. CORPOICA la Selva, Antioquia. 106p.

Toro, J. 2001. Situación actual de la investigación y desarrollo de frutas tropicales en Colombia. CIAT. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Propuesta para un programa de frutas tropicales. Bogotá, 42p.

Towle, M. 1961. The ethnobotany of precolumbian Peru. Library of Congress, United States of America. 33p.

Valencia, R; Torres, O; Benavides, C; Checa, O. y T, Lagos. 2011. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LA COLECCIÓN DE *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendth DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Tesis de grado Ingeniero Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 19p.

Vallejo, F; Espitia, M; Checa, O; Lagos, T; Salazar, F, y E, Restrepo. 2005. Análisis estadístico para los diseños genéticos en fitomejoramiento. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 249 p.

Viera, W. 2002. Evaluación de fungicidas in vitro y pruebas de resistencia de cinco variedades de tomate de árbol (*Solanum Betaceum Cav.*) para Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoidea*) Tesis de Ing. Agr. Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 40p.

Weisstein, E. 2011. Correlation Coefficient. MathWorld - A Wolfram. [En línea]. [citado 9 ago., de 2011]. Disponible en Internet:<<http://mathworld.wolfram.com/CorrelationCoefficient.html>>.

Williams, E. 1952. The interpretation of interactions in factorial experiments. *Biometrika* 39:65–81.

## ANEXOS

### Anexo A. Formato de encuesta realizado a agricultores en los talleres de socialización del proyecto

#### EVALUACION DE 40 GENOTIPOS DE TOMATE DE ARBOL (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt.) EN LA ZONA ANDINA DE NARIÑO

##### TALLER DE SOCIALIZACION

NOMBRE.....

##### ACTIVIDAD

PRINCIPAL.....

##### EXTENSION

FINCA.....

Que aspectos considera importante evaluar en un cultivo de tomate de árbol en lo que se refiere a la etapa vegetativa.

a).....

b).....

c).....

d).....

e).....

Que aspectos considera importante evaluar en un cultivo de tomate de árbol en lo que se refiere a la etapa reproductiva.

- a).....
- b).....
- c).....
- d).....
- e).....

**Que aspectos considera importante evaluar en un cultivo de tomate de árbol en lo que se refiere a la calidad del fruto para la comercialización.**

- a).....
- b).....
- c).....
- d).....
- e).....

**Observaciones**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**GRACIAS.**



**Anexo B.** ANDEVA combinado para las variables DAPP, DBPP, DBMF, NRDP, AIR, LR, DF, NR, NFR, NFPR, DAC, DPFM, DEFM, NS, DEM, RPSE, SST, PH, DFRU, AC, PPF, DCIF, P1000S, CJF, PENF y RTO. De 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en la zona andina de Nariño. De 40 genotipos de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (cav.) sendt.) en la zona andina de Nariño.

FDV	GL	DAP	DBPP	DBMF	NRDP	AIR	LR	DF	NR	NFR	NFPR	DAC	DPFM	DEFM
<b>Loc</b>	3	23318,32*	14,72*	5,8*	45,63*	3999,12*	1114,92*	38842,8*	26451,17*	6749,27*	616,4*	54322,13*	2079,79*	5924,1*
<b>Bloq(Loc)</b>	8	307,99	0,11	0,10	3,03	306,27	155,17	840,41	23,46	228,44	0,06	840,41	105,66	887,08
<b>Trat</b>	39	240,07*	0,09*	0,11*	2,08*	25,95*	552,58*	136,19*	1183,71*	160,24*	1,3*	136,19*	309,67*	225,36*
<b>Loc x Trat</b>	117	199,39*	0,05NS	0,07*	0,99*	16,47*	217,77*	142,21NS	133,11*	157,98*	0,61*	142,21NS	38,81*	46,03*
<b>Error</b>	312	86,35	0,05	0,05	0,31	6,54	59,52	175,36	2,28	41,99	0,18	175,36	0,78	3,34
<b>C.V.</b>		5,99	7,96	6,06	18,68	3,48	10,55	5,39	5,61	19,69	6,98	3,25	1,30	3,33
<b>Media</b>		155,13	2,85	3,56	2,96	73,47	73,15	245,66	26,87	32,92	6,16	407,41	68,21	54,96
FDV	GL	NS	DEM	RPSE	SST	pH	DFRU	AC	PPF	DCIF	P1000S	CJF	PENF	RTO
<b>Loc</b>	3	8732,07*	174,2*	214,3*	114,92*	1,55*	269,14*	1,88*	13155,61*	819,39*	99,42*	1759,47*	43,68*	310,75*
<b>Bloq(Loc)</b>	8	3,33	7,85	30,23	1,50	0,18	22,69	0,23	820,28	100,31	4,96	122,86	1,77	1,04
<b>Trat</b>	39	78628,71*	12,67*	146,35*	5,02*	0,04*	44,95*	0,3*	5572,25*	157,7*	49,03*	355,89*	1,52*	6,41*
<b>Loc x Trat</b>	117	9847,1*	3,67*	41,83*	1,4*	0,02*	20,42*	0,11*	718,19*	35,36*	19,26*	70,86*	1,51*	1,3*
<b>Error</b>	312	4,25	6,21	3,89	0,01	0,00	122,27	0,00	62,30	74,59	0,14	0,06	0,14	0,28
<b>C.V.</b>		13,42	20,36	11,90	1,04	0,13	2,76	1,30	8,06	1,37	4,48	0,99	12,00	7,96
<b>Media</b>		280,16	8,24	16,59	8,60	3,66	22,66	1,66	97,89	35,60	8,26	25,45	3,10	6,69

\* = Nivel de significancia a 5% de probabilidad; ns = Sin diferencias significativas estadísticas

Variabes: Días a poda (DAP), Diámetro basal al momento de la poda (DBPP), Diámetro basal en el momento de floración (DBMF), Numero de ramas después de la poda (NRDP), Angulo de inserción de las ramas (AIR), Longitud de las ramas (LR), Días a floración (DF), Numero de racimos (NR), Numero de flores por racimo (NFR), Numero de frutos por racimo (NFPR), Diámetro polar de frutos maduros (DPFM), Diámetro ecuatorial de los frutos (DEFM), Días a cosecha (DAC), Numero de semillas (NS), Grosor del exocarpo (DEM), Relación pulpa semilla (RPSE), Sólidos solubles totales (SST), pH (PH), Dureza del fruto (DFRU), Porcentaje de Acido cítrico (AC), Peso promedio de un fruto (PPF), Diámetro de la cavidad interna del fruto (DCIF), Peso de 1000 semillas (P1000S), Contenido de jugo por fruto (CJF), Presencia de enfermedades (PENF) y Rendimiento (RTO).

**Anexo C.** Comparación de promedios (DMS) para las variables DBPP, DAC, DBMF, AIR, NFPR, DEFM, DEM, SST, DCIF, CJF y RTO de 40 genotipos de tomate de árbol en cuatro municipios de la Zona Andina del departamento de Nariño.

TRAT	DBPP		DBMF		AIR		NFPR		DAC		DEFM		DEM		SST		DCIF		CJF		RTO	
CBp18	3,01	A	3,72	AB	72,75	HIJKLMNO PQ	6,56	ABCDE	408,83	ABCD	50,17	P	7,28	A	8,44	J	29,68	X	19,82	W	6,53	FGH
CBp20	3,01	AB	3,69	ABCD	74,07	CDEFGHIJK	6,07	HIJKLMN	401,50	CD	61,14	AB	8,09	AB	10,07	B	35,19	N	26,33	L	6,37	FGHIJK
CBco53	2,99	ABC	3,76	A	74,47	ABCDEFGHI	5,57	P	406,17	ABCD	60,87	AB	7,33	ABC	7,65	Q	35,94	M	28,78	H	6,31	FGHIJK
CBi49	2,98	ABCD	3,64	ABCDE	73,24	DEFGHIJKLMN	6,22	EFGHIJ	411,17	ABC	61,72	A	9,51	ABC	8,75	G	37,20	J	29,14	G	6,28	GHIJKL
CBc10	2,97	ABCDE	3,62	ABCDEF	74,07	CDEFGHIJK	6,03	IJKLMNO	414,75	A	54,80	HU	8,29	ABC	8,21	M	33,55	Q	27,50	J	6,33	FGHIJK
CBc15	2,94	ABCDEF	3,67	ABCDE	71,64	MNOPQ	6,88	A	404,33	ABCD	54,11	IJ	6,26	ABC	8,45	J	37,61	I	29,06	G	7,71	D
CBg30	2,94	ABCDEF	3,59	BCDEFG	73,10	EFGHIJKLMNO P	6,43	CDEFG	409,00	ABCD	53,93	IJK	7,69	ABCD	8,62	I	33,85	PQ	23,17	Q	8,46	A
CBp17	2,91	ABCDEF	3,61	ABCDEF	72,40	JKLMNO PQ	5,75	NO P	410,25	ABCD	53,64	JKL	9,21	ABCD	8,32	L	32,41	RS	21,39	T	6,54	FGH
CBb08	2,91	ABCDEF	3,59	BCDEFGH	70,81	Q	6,11	GHIJKLM	410,25	ABCD	52,51	KLMN	7,95	ABCD	8,43	JK	37,98	HI	26,33	L	6,10	IJKL
CBb06	2,90	ABCDEF	3,55	BCDEFGH	72,96	FGHIJKLMNO P	6,49	BCDEF	406,17	ABCD	51,86	N	6,89	ABCD	8,72	GH	34,52	O	24,17	O	6,05	JKL
CBb05	2,90	ABCDEF	3,62	ABCDEF	72,89	GHIJKLMNO P	6,44	CDEFG	405,92	ABCD	50,09	P	7,97	ABCD	8,36	KL	35,34	N	19,97	W	6,12	HIJKL
CBc14	2,90	ABCDEF	3,67	ABCDEF	73,86	CDEFGHIJKL	5,79	MNOP	409,00	ABCD	56,65	FG	7,15	ABCD	8,78	G	37,87	I	27,89	I	7,82	BCD
CBp16	2,89	ABCDEF	3,59	BCDEFG	71,50	NO PQ	6,05	IJKLMNO	408,83	ABCD	56,53	FG	8,53	ABCD	8,01	O	37,88	I	32,97	C	6,73	EF
CBc12	2,89	ABCDEF	3,54	CDEFGHI	71,50	NO PQ	6,54	ABCD	407,00	ABCD	54,32	HU	7,25	ABCD	9,06	D	29,17	Y	27,36	J	7,77	CD
CBg32	2,89	ABCDEF	3,65	ABCDE	74,49	ABCDEFGHI	5,89	JKLMNO P	400,25	D	48,79	PQR	7,44	ABCD	8,87	F	31,44	U	20,39	V	6,27	GHIJKL
CBcon34	2,88	ABCDEF	3,58	BCDEFGH	72,47	IJKLMNO PQ	6,11	GHIJKLM	406,92	ABCD	57,29	EF	8,96	ABCD	8,45	J	36,56	KL	25,00	N	6,46	FGHIJ
CBb04	2,87	ABCDEF	3,58	BCDEFGH	73,72	DEFGHIJKL	5,82	LMNOP	405,50	ABCD	50,24	OP	8,01	ABCD	8,78	G	31,95	T	18,50	Y	7,75	CD
CBc13	2,87	ABCDEF	3,65	ABCDE	76,22	AB	6,18	FGHIJK	406,42	ABCD	52,24	LMN	7,88	ABCD	7,89	P	33,96	P	23,61	P	6,24	GHIJKL
CBp19	2,86	ABCDEF	3,52	DEFGHIJ	75,39	ABCD	6,28	DEFGHI	403,75	BCD	55,58	GH	8,94	ABCD	8,02	O	32,49	R	27,13	K	6,39	FGHIJK
CBsj37	2,86	ABCDEF	3,57	BCDEFGH	71,36	OPQ	6,25	DEFGHI	405,00	ABCD	60,08	BC	8,41	ABCD	8,93	EF	44,05	A	31,29	E	6,22	GHIJKL
CBp22	2,85	ABCDEF	3,58	BCDEFGH	73,93	CDEFGHIJKL	5,86	KLMNO	406,17	ABCD	53,68	JKL	9,57	ABCD	10,01	B	32,07	ST	22,56	R	8,24	AB
CBb02	2,84	ABCDEF	3,71	ABC	74,84	ABCDEF	6,65	ABC	403,50	BCD	48,33	QR	6,89	ABCD	7,63	Q	31,00	VW	15,79	C	6,38	FGHIJK
CBp25	2,84	ABCDEF	3,54	CDEFGHI	74,69	ABCDEF	6,18	FGHIJK	408,92	ABCD	52,10	MN	8,32	ABCD	8,34	L	34,56	O	21,51	T	6,99	E
CBp23	2,83	BCDEF	3,45	FGHIJ	73,10	EFGHIJKLMNO P	5,78	MNOP	400,25	D	49,13	PQ	6,82	ABCD	8,73	GH	32,50	R	20,61	U	6,24	GHIJKL
CBg31	2,82	CDEFGHIJ	3,51	EFGHIJ	72,47	IJKLMNO PQ	5,76	NO P	409,25	ABCD	48,30	QR	7,12	ABCD	8,22	M	30,63	W	16,51	B	8,17	ABC
CBg52	2,82	CDEFGHIJ	3,55	CDEFGHI	74,69	ABCDEF	6,15	FGHIJKL	411,83	ABC	53,52	JKLM	7,43	ABCD	7,98	O	36,25	LM	27,40	J	6,21	GHIJKL
CBpo48	2,81	CDEFGHIJ	3,40	IJ	74,49	ABCDEF	6,08	HIJKLMN	408,75	ABCD	61,09	AB	9,20	ABCD	8,63	I	42,48	B	30,61	F	6,29	GHIJKL
CBco41	2,81	DEFGHIJ	3,51	EFGHIJ	72,68	HIJKLMNO PQ	6,81	AB	409,00	ABCD	58,61	DE	9,94	ABCD	9,42	C	38,33	H	25,97	M	7,80	CD
CBsj38	2,81	DEFGHIJ	3,51	EFGHIJ	73,66	DEFGHIJKLM	6,68	ABC	410,58	ABCD	61,10	AB	10,76	ABCD	9,44	C	37,79	I	37,55	A	6,24	GHIJKL
CBco45	2,80	EFGHIJ	3,42	GHIJ	74,21	BCDEF	6,58	ABCD	409,67	ABCD	60,84	AB	9,67	ABCD	8,46	J	38,82	G	30,71	F	6,37	FGHIJK
CBpo47	2,79	EFGHIJ	3,58	BCDEF	71,29	OPQ	6,07	HIJKLMN	404,33	ABCD	57,34	EF	9,16	ABCD	8,73	GH	35,54	N	26,31	L	6,39	FGHIJK
CBb03	2,78	EFGHIJ	3,40	IJ	73,51	DEFGHIJKLMN	5,83	LMNOP	405,92	ABCD	47,66	R	6,64	ABCD	8,43	JK	31,29	UV	16,89	A	6,00	KL
CBp21	2,78	FGHIJ	3,51	EFGHIJ	74,90	ABCDEF	6,07	HIJKLMN	411,42	ABC	55,28	GHI	9,37	ABCD	8,67	HI	40,10	E	31,60	D	6,04	JKL
CBco39	2,78	FGHIJ	3,51	EFGHIJ	75,87	ABC	6,11	GHIJKLM	410,25	ABCD	60,84	AB	7,68	ABCD	8,11	N	41,49	C	31,35	E	6,18	GHIJKL
CBsj35	2,78	FGHIJ	3,41	HU	71,15	PQ	5,89	JKLMNO P	407,42	ABCD	57,43	EF	8,90	BCD	8,97	E	39,54	F	31,56	D	6,44	FGHIJ
CBco46	2,76	FGHIJ	3,41	HU	72,08	KLMNO PQ	6,07	HIJKLMN	405,58	ABCD	55,59	GH	9,04	BCD	7,49	R	36,85	JK	22,08	S	6,58	EFG
CBb01	2,73	GHIJ	3,37	J	75,04	ABCDE	5,71	OP	412,75	AB	49,84	P	8,81	BCD	8,72	GH	33,74	PQ	19,03	X	6,00	KL
CBa09	2,70	HU	3,43	GHIJ	74,97	ABCDEF	6,44	CDEFG	404,33	ABCD	59,32	CD	8,68	CD	10,69	A	39,24	F	36,39	B	7,80	CD
CBp26	2,68	IJ	3,43	GHIJ	76,43	A	5,75	NO P	411,83	ABC	51,67	NO	8,54	D	8,24	M	32,78	R	17,36	Z	6,48	FGHI
CBi51	2,66	J	3,54	CDEFGHI	71,99	LMNO PQ	6,40	CDEFGH	403,58	BCD	60,31	ABC	7,95	D	8,42	JK	40,56	D	26,26	L	5,87	L
Media	0,85		3,56		73,47		6,16		407,41		54,96		8,24		8,60		35,60		25,45		6,68	
DMS	0,18		0,17		2,05		0,35		10,64		1,47		0,02		0,07		0,39		0,20		0,43	

Comparador DMS 5%; promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

