

**CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DE CULTIVOS
DE LA MORA DE CASTILLA SIN ESPINAS (*Rubus glaucus Benth*) DEL
CORREGIMIENTO DE LA BELLA Y DEL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE
CABAL (RISARALDA, COLOMBIA)**

PRESENTADO POR

**LINA MARÍA GARZÓN CARO
CARLOS ADRIÁN GÓMEZ GÓMEZ**

DIRIGIDO POR

PhD. GLORIA EDITH GUERRERO ALVAREZ

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
TECNOLOGÍA QUÍMICA
PEREIRA
2015**

**CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DE CULTIVOS
DE LA MORA DE CASTILLA SIN ESPINAS (*Rubus glaucus Benth*) DEL
CORREGIMIENTO DE LA BELLA Y DEL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE
CABAL (RISARALDA, COLOMBIA)**

**TRABAJO DE GRADO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE TECNÓLOGO QUÍMICO**

PRESENTADO POR

**LINA MARÍA GARZÓN CARO
CARLOS ADRIÁN GÓMEZ GÓMEZ**

DIRIGIDO POR

PhD. GLORIA EDITH GUERRERO ALVAREZ

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
TECNOLOGÍA QUÍMICA
PEREIRA**

2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos sabiduría y paciencia ante las dificultades presentadas.

A la doctora Gloria Edith Guerrero Álvarez por depositar su confianza en nosotros y por el apoyo constante que nos brindó durante el desarrollo de este proyecto.

A la Corporación especializada de centros de investigación y desarrollo tecnológico del sector agropecuario (CENIREC) por la financiación del proyecto. Al grupo de investigación OLEOQUÍMICA de la escuela de química, especialmente a Natalia Cardona.

A la profesora Liliana bueno por guiarnos y orientarnos durante este proceso. A los dueños de las fincas El Rubí y El Porvenir por permitir el desarrollo de la investigación.

Debo agradecer a mi familia que fue mi camino, fue mi apoyo en esta aventura y sin ella nada hubiera sido posible.

En esta vida conoces diferentes tipos de personas. Aquellas que siempre están ahí para sacarte una sonrisa, aquellas con las cuales platicas por horas y aquellas que se quedan para siempre en tu vida. En los años que estuve en esta universidad conocí a personas que me ayudaron a crecer como persona y que permitieron que este logro haya sido cumplido. Por eso, y muchas más razones considero que merecen mi más sincero agradecimiento.

El primero de ellos es para M.A.L. De verdad que es la persona más alegre que he conocido, con ella me río de las cosas más simples de la vida y sé que difícilmente encontraré alguien así de nuevo. El siguiente va para mi dúo favorito, A.O.D y D.J.G. Ellos son las personas con las que más abiertamente hablo y conocen cada detalle de mi vida, están ahí para cada momento difícil, gracias por todo. No me voy a olvidar de la niña de la patica chueca D.C.L, la verdad gracias por estar ahí conmigo, por ayudarme en mi vida cuando más lo necesitaba y por ser una gran consejera.

Finalmente le tengo que agradecer a la persona que hizo posible que yo estuviera acá, la persona que me sacó muchas rabias durante este proceso, la persona más inteligente que he conocido. Esta persona estuvo conmigo en todos los momentos de esta etapa que culminó. Tan solo unas gracias no son suficientes para agradecerle todo lo que ha hecho, hace y estoy seguro seguirá haciendo por mí. Esta persona es mi compañera de tesis, Lina María Garzón. De verdad que fue una bella experiencia compartir este arduo trabajo contigo. Gracias por todo.

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABLAS	8
LISTA DE GRÁFICOS	9
RESUMEN.....	10
1. JUSTIFICACIÓN.....	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
3.1 OBJETIVO GENERAL	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4. MARCO REFERENCIAL.....	15
5. MARCO TEÓRICO	17
5.1 GENERALIDADES DE LA MORA DE CASTILLA (<i>Rubus glaucus Benth</i>)...17	17
5.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA	19
5.3 CONDICIONES DEL CULTIVO DE LA MORA DE CASTILLA.....20	20
5.3.1 Condiciones climáticas	20
5.3.2 Manejo agronómico del cultivo	21
5.3.3 Cosecha.....	21
5.3.4 Índices de madurez.....	22
5.3.5 Recolección	23
5.3.6 Selección	23
5.4 ENFERMEDADES Y PLAGAS QUE AFECTAN EL CULTIVO DE MORA DE CASTILLA	23

5.4.1 ENFERMEDADES	24
5.4.2 PLAGAS	25
5.5 PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE <i>Rubus glaucus</i> EN COLOMBIA	27
5.6 ANÁLISIS DE SUELOS.....	27
5.6.1 Materia orgánica	28
5.6.2 pH (Acidez del suelo).....	29
5.6.3 Nitrógeno total	29
5.6.4 Determinación de Fósforo.....	29
5.6.5 Determinación de Potasio, Calcio y Magnesio en el suelo.	30
5.6.6 Determinación de Aluminio	31
5.7 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	32
5.7.1 Humedad	32
5.7.2 Cenizas.....	32
5.7.3 Proteína (Nitrógeno total).....	32
5.7.4 Extracto etéreo	34
5.7.5 Fibra bruta	34
5.7.6 Determinación de minerales	35
5.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	35
5.8.1. Mesófilos.....	36
5.8.2. Mohos y Levaduras.....	37
5.8.3. Coliformes.....	37
5.8.4. Staphylococcus aureus.....	38
5.8.5. Salmonella	38

6. METODOLOGÍA	40
6.1 DIAGNÓSTICO	40
6.2 MUESTREO	40
6.2.1 Muestreo de suelos.....	41
6.2.2 Muestreo de frutos	42
6.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	42
6.4 ANÁLISIS DE SUELOS.....	42
6.4.1 Materia orgánica	42
6.4.2 pH (Acidez del suelo).....	43
6.4.3 Nitrógeno total	43
6.4.4 Determinación de Fósforo.....	43
6.4.5 Determinación de Potasio, Calcio y Magnesio en el suelo	43
6.4.6 Determinación de Aluminio	44
6.5 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	44
6.5.1 Humedad	44
6.5.2 Cenizas.....	44
6.5.3 Proteína (Nitrógeno total).....	45
6.5.4 Extracto etéreo	46
6.5.5 Fibra bruta	46
6.5.6 Determinación de minerales	47
6.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	47
6.6.1 Mesófilos.....	48
6.6.2 Mohos y Levaduras.....	48
6.6.3 Coliformes.....	49

6.6.4 Staphylococcus aureus.....	50
6.6.5 Salmonella.....	51
6.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	52
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
7.1 DIAGNÓSTICO DEL CULTIVO.....	53
7.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	57
7.3 ANÁLISIS DE SUELOS.....	58
7.3.1 Textura.....	60
7.3.2 pH.....	61
7.3.3 Materia Orgánica y Nitrógeno	61
7.3.4 Fósforo.....	62
7.3.5 Bases K, Ca y Mg.....	62
7.3.6 Aluminio.....	64
7.3.7 Minerales Fe, Mn, Zn y Cu.....	65
7.4 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	65
7.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	68
7.6 DISCUSIÓN GENERAL	70
8. CONCLUSIONES	73
9. RECOMENDACIONES.....	75
10. BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXOS.....	90

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Ilustración 1. <i>Rubus glaucus Benth</i> (18).	17
Ilustración 2. Planta de <i>Rubus glaucus Benth</i> (22).	19
Ilustración 4. Tabla de color grado de madurez de la mora de Castilla (26).	22
Ilustración 5. Mapa zonas de muestreo de Pereira y Santa Rosa de Cabal (69)...	40
Ilustración 6. Cuarteo de suelos (74).	41
Ilustración 7. Destilación automática.....	45
Ilustración 8. Extracción Soxhlet.	46
Ilustración 9. Digestión ácida y básica para determinar fibra.	47
Ilustración 10. Esquema para determinación mesófilos (66).	48
Ilustración 11. Esquema para recuento de mohos y levaduras (66).	49
Ilustración 12. Esquema para la determinación de coliformes (66).....	50
Ilustración 13 .Esquema para la determinación de <i>Staphylococcus aureus</i> (66)...	51
Ilustración 14. Cultivo de <i>Rubus glaucus Benth</i> sin espinas de la finca El Porvenir ubicada en La Bella corregimiento de Pereira del departamento de Risaralda.	53
Ilustración 15. Cultivo de <i>Rubus glaucus Benth</i> sin espinas de la finca El Rubí ubicada en el municipio de Santa Rosa de Cabal del departamento de Risaralda.	54
Ilustración 16. Biomasa generada por la poda de cultivos de <i>Rubus glaucus Benth</i> sin espinas en la finca El Porvenir ubicada en La Bella corregimiento de Pereira, Risaralda.....	56
Ilustración 17. Frutos de <i>Rubus glaucus Benth</i> sin espinas con daños fitopatológicos.	57

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Principales géneros de berries (18).	17
Tabla 2. Clasificación taxonómicamente la mora de castilla (3).....	18
Tabla 3. Composición química de la mora de castilla (23).....	20
Tabla 4. Etapas de desarrollo del fruto de mora de castilla (19; 20).....	22
Tabla 5. Ficha técnica de los cultivos de <i>Rubus glaucus Benth</i> material sin espinas cultivados en Pereira y Santa Rosa de Cabal del departamento de Risaralda.	55
Tabla 6. Características físicas de frutos maduros de <i>Rubus glaucus Benth</i> sin espinas.	57
Tabla 7. Análisis de fertilidad de suelos de los cultivos de <i>Rubus glaucus Benth</i> de las fincas El Porvenir, corregimiento de La Bella del municipio de Pereira, y El Rubí, Santa Rosa de Cabal, ubicadas en el departamento de Risaralda.	59
Tabla 8. Relación entre Calcio, Magnesio y Potasio de suelos de los cultivos de <i>Rubus glaucus Benth</i> sin espinas de las fincas El Porvenir, corregimiento de La Bella del municipio de Pereira, y El Rubí, Santa Rosa de Cabal, ubicadas en el departamento de Risaralda (77).	64
Tabla 9. Análisis bromatológico de frutos maduros (M) y con daños fitopatológicos (DF) de <i>Rubus glaucus Benth</i> sin espinas cultivados en Santa Rosa de Cabal y Pereira, corregimiento de La Bella, del departamento de Risaralda.	66
Tabla 10. Análisis microbiológico realizado a los frutos maduros de <i>Rubus glaucus Benth</i> sin espinas cultivados en las fincas El porvenir de Pereira, y El Rubí de Santa Rosa de Cabal, del departamento de Risaralda.	69

LISTA DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1. Comparación de los parámetros del suelo con el referente para <i>Rubus glaucus Benth</i> en Santuario.	60
Gráfico 2. Comparación de la composición química de frutos maduros de <i>Rubus glaucus Benth</i> sin espinas.....	72

RESUMEN

Se realizó una caracterización de cultivos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas, de las fincas El Porvenir y El Rubí en los municipios de Pereira, corregimiento La Bella, y Santa Rosa de Cabal, respectivamente, por medio de un análisis de fertilidad de suelos y un análisis físico-químico y microbiológico de los frutos maduros.

En ambas fincas se obtienen subproductos como biomasa generada de la poda y frutos con daño fitológico que, son desechados y por lo tanto, pueden ser fuente de estudio para su aprovechamiento.

El análisis de fertilidad de suelos se realizó en el laboratorio de suelos de la Universidad Tecnológica de Pereira; éste se comparó con un referente (finca San Antonio del municipio de Santuario) para éste tipo de cultivo y se determinó alto nivel en calcio, medio en nitrógeno y magnesio, y bajo en materia orgánica, potasio y fósforo en la finca El Rubí; además se evidenció un nivel medio en nitrógeno, y bajo en materia orgánica, potasio, calcio, magnesio, y fósforo.

El análisis bromatológico realizado a los frutos maduros, involucró pruebas como humedad, cenizas, proteína, grasa y fibra. Según lo anterior, se determinó que los frutos tuvieron un contenido estadísticamente alto de potasio, fibra y proteína en la finca El Rubí, y mayor de calcio en la finca El Porvenir. Estos parámetros fueron comparados con un estudio realizado en el municipio de Santuario, obteniendo mayor porcentaje de humedad en los frutos de El Porvenir y alto contenido de cenizas y grasa en las bayas provenientes de la finca El Rubí.

En el análisis microbiológico se identificó la presencia de *mohos* y *levaduras*, y *Aerobios mesófilos*, para determinar la calidad de los frutos maduros en el momento de la cosecha. Las bayas cumplieron con la normativa establecida en la resolución número 7992 del 1991 del Ministerio de Salud.

1. JUSTIFICACIÓN

El grupo de frutas denominadas berries o bayas poseen una serie de características y cualidades que las hacen tener una demanda consistente por parte de los consumidores. Entre estas cualidades se destacan el hecho de que tienen variadas alternativas de industrialización y son consideradas productos *delicatessen* o *exquisiteces*, es decir, atractivas a la vista. Las bayas comprenden principalmente especies de cinco géneros botánicos entre los que se destaca el género *Rubus* que se encuentra distribuido en la mayor parte del mundo y es uno de los de mayor número de especies en el reino vegetal. La mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*), es un híbrido entre los subgéneros *Rubus* e *Idaeobatus* y pertenece al subgénero *Idaeobatus* (1; 2; 3).

En Colombia, la *Rubus glaucus Benth* es uno de los frutales más conocidos y cultivados por pequeños y medianos agricultores por lo que es una de las principales fuentes de ingresos, generación de empleo rural, oferta de alimento e insumo para la agroindustria, siendo los departamentos de Cundinamarca, Santander, Valle del Cauca, Tolima, Antioquia, Huila, Caldas, Quindío y Risaralda los productores más importantes (2; 4). Entre los años 1993-2008 se incrementó la producción de mora en Colombia evidenciando un crecimiento anual promedio de 8.2%, tiempo en que la producción pasó de 25.878 a 93.094 toneladas, respondiendo a un incremento en la demanda de la agroindustria, de consumo de los hogares, del sector institucional, representado por hoteles, restaurantes, hospitales, colegios, etc., y por las exportaciones (5).

Según reportes de la Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario (AGRONET), para el periodo 2012-2013, el comercio exterior de la mora sin cocer o cocidas en agua o vapor, congeladas, incluso con adición de azúcar u otro edulcorante, ha presentado un incremento del 10%, pasando de 27.39 a 30.15 toneladas anuales, distribuidas principalmente en países como Estados Unidos, España, Panamá y las Antillas Holandesas (6).

En cuanto al área cosechada, producción y rendimiento de mora en los años 2010-2011, AGRONET revela que, aunque el área recolectada de mora de castilla en Risaralda registró una reducción, su rendimiento aumentó notoriamente de 9.7 ton/has en el 2010 a 9.9 ton/has en el 2011 (7); sin embargo se producen altas pérdidas durante las etapas de cosecha, postcosecha (causas mecánicas y mal almacenamiento) y comercialización, que en consecuencia afectan el mercado y la economía (8; 9).

La mora andina cuenta con dos materiales, “mora con espinas” y “mora sin espinas”. Esta última fue encontrada, reproducida *in-vitro* y distribuida en Risaralda por la investigadora Marta Leonor Marulanda Ángel en el Grupo de investigación Biodiversidad y Biotecnología de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira. Dicho material facilita las labores de mantenimiento y manejo del cultivo como poda, cosecha y tutorado, además por su notable capacidad productiva de hasta 15 t/ha anuales es el preferido por los productores de la región (10).

Aprovechando que en los últimos dos años el sector Frutícola Nacional ha presentado un alto crecimiento dentro del ámbito agrícola del país y que la mora es una de las especies priorizadas en la región cafetera, se ve la necesidad de establecer la composición química de la *Rubus glaucus Benth* cultivada en la finca el Porvenir del corregimiento de La Bella del municipio de Pereira y de la finca El Rubí del municipio de Santa Rosa de Cabal del departamento de Risaralda, por medio de un análisis proximal y características de calidad microbiológica frente a la producción nacional y establecer si cumple con unos parámetros mínimos para transformarlo en un alimento funcional, ya que, las nuevas tendencias en el consumo de frutas y hortalizas en el mundo hacen particular énfasis en la calidad de los alimentos, donde las propiedades nutricionales y nutracéuticas son esenciales (8; 11).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante los años 2010-2011, el rendimiento en la producción de mora de castilla en Risaralda aumentó en 0.2%, y según el plan departamental de desarrollo, para el periodo 2012-2015 los encadenamientos productivos de la mora serán apoyados prioritariamente teniendo en cuenta su oferta ambiental y sus posibilidades de competir en el mercado (7; 12). Debido a la importancia económica que este fruto ha adquirido en la región, se ve la necesidad de establecer la composición química para aprovechar el fruto maduro, estableciendo los parámetros fisicoquímicos de este para su posterior transformación que posibilite nuevos ingresos al sector agroindustrial de la mora en la región.

¿Podrá la caracterización de los cultivos de mora sin espinas de los municipios de Pereira, corregimiento La Bella, y Santa Rosa de Cabal aportar conocimiento sobre la producción y el valor nutricional de la mora de castilla producida en este departamento y así mejorar su introducción en el sector industrial?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar bromatológica y microbiológicamente cultivos de mora de castilla sin espinas (*Rubus glaucus Benth*) producidas en la finca el Porvenir del corregimiento de La Bella del municipio de Pereira y de la finca El Rubí del municipio de Santa Rosa de Cabal del departamento de Risaralda, con el fin de enriquecer el conocimiento que se tiene de este producto agrícola.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Diagnosticar las condiciones agrícolas de los cultivos de mora de castilla sin espinas (*Rubus glaucus Benth*) situados en el corregimiento de La Bella (municipio de Pereira) y en Santa Rosa de Cabal del departamento de Risaralda.
- ✓ Determinar la disponibilidad de los principales nutrientes de los suelos de los cultivos de mora de castilla sin espinas (*Rubus glaucus Benth*) localizados en el corregimiento de la Bella (municipio de Pereira) y Santa Rosa de Cabal del departamento de Risaralda.
- ✓ Determinar la composición química de la mora de castilla sin espinas (*Rubus glaucus Benth*) procedente de la finca el Porvenir del corregimiento de La Bella del municipio de Pereira y de la finca El Rubí del municipio de Santa Rosa de Cabal del departamento de Risaralda, por medio de un análisis proximal de los frutos maduros y comparar los resultados obtenidos con los reportados para la mora de Castilla cultivada en otras partes del país.
- ✓ Establecer la carga microbiana de los frutos maduros de mora de castilla sin espinas (*Rubus glaucus Benth*) procedentes de cultivos de la Bella (municipio de Pereira) y Santa Rosa de Cabal de Risaralda.

4. MARCO REFERENCIAL

En Colombia, se han realizado algunos estudios de parámetros físico-químicos y nutricionales de frutos de mora de castilla para la selección de materiales promisorios. En Cundinamarca, se evaluaron materiales de mora provenientes del banco de germoplasma manejado por CORPOICA y material de agricultor por atributos relevantes de tipo morfológico, agronómico, nutricional y antioxidante en procesos participativos con agricultores del sector Monterrico en Sylvania, donde se encontró que por atributos relevantes de tipo morfológico, agronómico, nutricional y antioxidante, se escogieron materiales con diferentes ventajas nutricionales o agronómicas (13).

Debido a la poca información sobre las cualidades de la mora de castilla cultivada en el municipio de Ibagué (Tolima), se realizó una caracterización del fruto en seis estados de madurez. Para esto se llevó a cabo un estudio morfológico y fisicoquímico que indican el grado óptimo de recolección de acuerdo a los resultados obtenidos de firmeza, peso, sólidos solubles totales, rendimiento, material soluble en alcohol, minerales, diámetro y volumen, ratificando la importante relación entre el momento de cosecha y estado de desarrollo del fruto debido a su incidencia directa en la calidad del producto y competitividad comercial (14).

En Risaralda, el grupo de investigación en biodiversidad y biotecnología de la facultad de ciencias ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, realizó una evaluación físico-química de suelos localizados en el municipio de Santuario (Risaralda), que es altamente productor de mora de castilla, para agruparlos de acuerdo a sus características similares (15).

Para contribuir a la agro-industrialización del fruto de *Rubus glaucus Benth* y de sus subproductos, el grupo de Investigación de Oleoquímica de la Universidad Tecnológica de Pereira en conjunto con la corporación especializada de centros

de investigación y desarrollo tecnológico del sector agropecuario (CENIREC), presentó un proyecto en el cual se caracterizaron los frutos con y sin espinas cultivados en el municipio de Santuario del departamento de Risaralda. En este estudio se llevó a cabo un análisis proximal de los frutos y también, se realizó un análisis de fertilidad a los suelos del cultivo (16).

5. MARCO TEÓRICO

5.1 GENERALIDADES DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus Benth*)



Ilustración 1. *Rubus glaucus Benth* (17).

El grupo de los frutales denominados berries (palabra que deriva del inglés "berry" o baya) comprenden, principalmente, especies de cinco géneros botánicos (18), (ver Tabla 1).

Tabla 1. Principales géneros de berries (18).

<i>Fragaria</i>	Frutilla
<i>Rubus</i>	Frambuesas, Moras e Híbridos
<i>Ribes</i>	Grocellas y Zarzaparillas
<i>Vaccinium</i>	Arándanos y Arándanas o Cranberries
<i>Ugni</i>	Murtas

El género *Rubus* posee alrededor de 750 especies. La revisión taxonómica más reciente identifica en el género *Rubus* unas 429 especies agrupadas en 12 subgéneros: los más grandes son los subgéneros *Ideaobatus*, *Malachobatus* y *Rubus* (2).

La mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) perteneciente a la familia Rosáceae, es un híbrido entre los subgéneros *Rubus* e *Idaeobatus* y pertenece al subgénero *Idaeobatus* (2) (ver Tabla 2). Fue descubierta por Hartw y descrita por Benth, llamada *Rubus*, en latín rojo y *glaucus*, que en latín significa blanquecina, debido al color del envés de sus hojas. En la época de la colonia, las familias nobles creían que la mora que consumían procedía de Castilla España y por esta razón se le dio el nombre de mora de castilla (3). Es originaria de las zonas tropicales altas de América; se encuentra principalmente en Ecuador, Colombia, Panamá, Salvador, Honduras, Guatemala, México y EE.UU (2; 3; 19).

Tabla 2. Clasificación taxonómicamente la mora de castilla (3).

Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Género	<i>Rubus</i>
Especie	<i>Glaucus</i>
Nombre científico	<i>Rubus glaucus Benth</i>
Nombre común	Mora de castilla, mora andina, zarzamora azul

La planta de la mora de castilla es perenne, de porte arbustivo, semierecto, de tallos rastreros o semierguidos que forman macollas. Los tallos son de longitud variable, ramificados y pueden tener aguijones o no (19; 20).

Las raíces se distribuyen en los primeros 30 cm del suelo y tienen disposición horizontal. Su longitud varía entre 0.5 a 1.2 m., cumplen función de sostén, absorción de agua y nutrientes requeridos por la planta, y permiten la propagación de la planta al presentar yemas vegetativas capaces de activarse produciendo brotes (19; 20).

Las hojas son alternas, con 3 folíolos y de bordes aserrados, de color verde por encima y blanquecino por debajo. Las flores son blancas de 2 a 2.5 cm de diámetro y florecen en racimos terminales (19; 20).

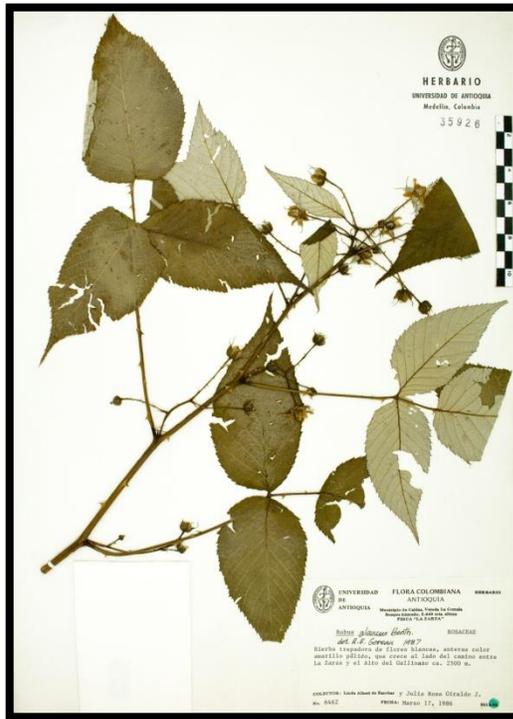


Ilustración 2. Planta de *Rubus glaucus Benth* (21).

El fruto está formado por muchas drupas insertadas ordenadamente sobre un corazón blando y blanco, de forma cónica ovalada, que al madurar adquiere un color rojo oscuro que se torna morado, y dentro de cada drupa hay una semilla. Los frutos pueden ser disímiles en tamaño, y al no ser homogénea la floración madura de manera dispereja. De sabor agridulce cuando la madurez es incompleta y dulce cuando alcanza la madurez. Los frutos se forman en racimos sobre los tallos y ramas secundarias. La producción de frutos es continua aunque se presentan épocas de mayor producción en intervalos entre 5 y 6 meses (19; 20; 22).

5.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química de las frutas, como se aprecia en la Tabla 3, cambia en función del tipo de cultivo, fertilidad del suelo, época del año, grado de madurez y parte del fruto (22).

Tabla 3. Composición química de la mora de castilla (23).

COMPOSICIÓN (TODOS LOS DATOS REPRESENTAN EL CONTENIDO POR 100 GRAMOS DE PARTE COMESTIBLE)	
COMPUESTO	CONTENIDO
Humedad	83.70 g
Proteínas	1.00 g
Lípidos	0.10 g
Carbohidratos Totales	14.60 g
Cenizas	0.60 g
Calcio	42.00 mg
Fósforo	10.00 mg
Hierro	1.7 mg

Las moras son frutas con bajo valor calórico por su escaso aporte de carbohidratos. Sin embargo son muy ricas en vitamina C, aportan fibra, potasio, hierro y calcio, taninos y diversos ácidos orgánicos (24).

Se caracterizan por su contenido de pigmentos naturales, tales como las antocianinas que son sustancias con acción antioxidante, es decir, que previenen el desarrollo de ciertas enfermedades y tipos de cáncer. Las antocianinas le dan el color característico a la mora y junto con el ácido oxálico y el ácido málico son responsables de su sabor (24).

5.3 CONDICIONES DEL CULTIVO DE LA MORA DE CASTILLA

5.3.1 Condiciones climáticas

El mejor desarrollo del cultivo está entre 1800 y 2400 metros de altura sobre el nivel del mar y puede soportar heladas moderadas. Después de los 2400 m los rendimientos son menores y disminuyen la calidad y tamaño de los frutos. Los

ubicados entre los 2000 y 2300 metros sobre el nivel del mar presentan mejor productividad y menores problemas fitosanitarios (3; 19; 20; 22).

Las regiones que tienen precipitaciones entre 1500 a 2500 milímetros anuales son las ideales para el cultivo de la mora. Los periodos de menor lluvia coinciden con las épocas de producción. Cuando hay escasez de agua se obtienen frutos pequeños, pobremente coloreados y sin sabor (3; 19; 20; 22).

Para un mejor desarrollo del cultivo, la humedad relativa debe oscilar entre el 70 y 80 %, valores superiores no deben extenderse más de tres horas, con temperaturas entre 11 y 18°C, siendo el rango óptimo 13°C. En regiones muy frías de 10 a 12 °C el fruto es pequeño debido a que en estos pisos térmicos no hay las unidades de calor suficientes que permitan un desarrollo mayor y más rápido del fruto (3; 19).

5.3.2 Manejo agronómico del cultivo

Aunque la planta se adapta fácilmente a diferentes tipos de suelos, prefiere aquellos con textura franca, permeables, profundos, con buen contenido de materia orgánica y buena capacidad de retención de humedad (22).

La mora crece en suelos ácidos, pero se desarrolla mejor en suelos neutros; la planta requiere suelos profundos, y es exigente en Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio (19; 20).

5.3.3 Cosecha

Entre los siete y nueve meses después de la siembra en el campo se cosechan las primeras frutas, y después de los 15 meses entran en buena producción. Un cultivo bien manejado puede producir de 18-20 toneladas por hectárea por año (19; 20).

Las etapas de desarrollo del fruto de mora varían en tiempo, según la zona y las condiciones predominantes del clima (19; 20), (ver Tabla 4).

Tabla 4. Etapas de desarrollo del fruto de mora de castilla (19; 20).

De yema a botón floral	6 días
De inicio de floración a apertura de flor	23 días
De apertura de flor a polinización	5 días
De polinización a formación de fruto	8 días
De formación de fruto a cosecha	40 días
Total	82 Días

5.3.4 Índices de madurez

La mora se considera un producto no climatérico; es decir, no sigue madurando después de la cosecha. Por tanto, los frutos que se recolecten inmaduros no alcanzarán el desarrollo pleno de las características organolépticas, mientras que los frutos recolectados sobremaduros tendrán una vida postcosecha corta, obligando a una comercialización pronta y con un manejo más exigente. Por esto se recomienda la recolección de la mora en estados 3 y 4 (ver Ilustración 3), que posean un fácil desprendimiento, según la norma ICONTEC 4106 (22; 25).

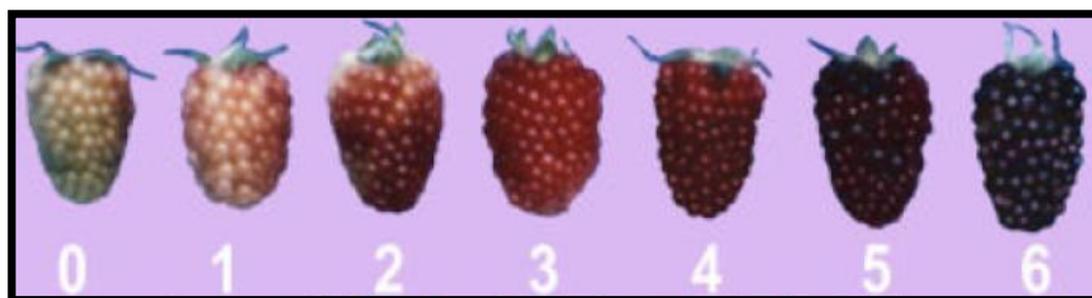


Ilustración 3. Tabla de color grado de madurez de la mora de Castilla (25).

5.3.5 Recolección

La mora, por ser altamente perecedera se debe recolectar con un color y tamaño característicos de madurez, además, por ser de estructura muy frágil exige una mínima manipulación para reducir el deterioro, los costos de cosecha y la contaminación de la fruta (22).

La mora puede ser recolectada con o sin pedúnculo. Cuando se retira el pedúnculo se crea una entrada a los microorganismos, por lo cual es mejor no retirarlo. Sin embargo, el pedúnculo puede rasgar o cortar las otras frutas. Por lo tanto sería recomendable cortar el pedúnculo lo más cercano al cáliz, con lo cual se evita el daño por ataque de microorganismos, se reduce la manipulación, el daño mecánico y se puede cumplir con el mercado (22).

5.3.6 Selección

Esta operación busca obtener una mora sana, entera, de consistencia dura y firme, retirando todas aquellas frutas que presenten indicios de plagas y enfermedades que puedan contaminar las demás frutas o que por algún tipo de daño no puedan ser comercializadas (22).

Es importante recordar que si la fruta presenta algún tipo de enfermedad, no es conveniente dejarla en el suelo, ya que puede dispersar la enfermedad en el lote (22).

5.4 ENFERMEDADES Y PLAGAS QUE AFECTAN EL CULTIVO DE MORA DE CASTILLA

Los sistemas de cultivo de la mora son afectados por plagas y enfermedades que causan pérdidas y hacen necesario desarrollar medidas de control y manejo (19).

5.4.1 ENFERMEDADES

Las principales enfermedades de la mora registradas en la literatura y reportadas con mayor frecuencia son:

5.4.1.1 Marchitamiento

Es ocasionado por el hongo *Verticillium albo-atrum*, causa pérdidas económicas ya que reduce la producción por enanismo y muerte de tejidos (26). Los síntomas iniciales se caracterizan por el marchitamiento de las hojas, de tallos y ramas jóvenes; posteriormente se doblan las plantas terminales de los tejidos afectados y van tomando color azulado. Unos días más tarde las hojas localizadas sobre ellas toman coloración amarilla y finalmente se necrosan y mueren (26).

5.4.1.2 Antracnosis

Los hongos *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, y *Gleosporidium* sp y su estado amorfo *Glomerella cingulata* reducen de forma considerable la producción, al ocasionar la muerte de las ramas y los tallos de la planta. Se presenta con mayor severidad en cultivos donde son deficientes las labores agronómicas y en regiones donde la humedad ambiental es alta, condición que se presenta en cultivos ubicados en zonas de transición entre clima frío y cálido. Esta enfermedad se conoce también con el nombre de Tuna negra (20; 26).

Su ataque se manifiesta inicialmente en ramas, pecíolos y tallos por cambios de su color verde normal hacia tonos violeta o morado. Con el progreso de la enfermedad las manchas se agrandan y el centro toma una coloración grisácea con bordes oscuros. La enfermedad también puede atacar botones florales, brotes tiernos, pedúnculos y frutos que se deshidratan y pudren (20; 26).

5.4.1.3 Mildew velloso

El hongo *Peronospora rubi* P. *sparsa* ataca a las hojas, tallos, pedúnculos y frutos. Se reconoce la enfermedad en la planta de mora porque en los tallos produce

coloraciones blancas. Los frutos se deforman pierden color y se maduran desuniformemente. Los frutos verdes afectados se pasman y detienen su crecimiento (20; 26).

5.4.1.4 Roya

La enfermedad es causada por el hongos *Spirechina loeseneriana* o *Gerwasia lagerheimil*, se reconoce por pústulas de color naranja que se observan por debajo de las hojas, en tallos, peciolo, flores y frutos (20; 26).

En tallos ocurren agrietamientos donde se observa el polvo de color naranja. El hongo sobrevive en residuos de cosecha. En los frutos, las drupas son reemplazadas por grandes cantidades de esporas (20; 26).

5.4.1.5 Moho gris

El agente causal de la enfermedad se ha clasificado como *Botrytis cinérea* Pers EX Fr. Los síntomas se manifiestan en las estructuras reproductivas de la planta, y pueden ocasionar la pérdida total de la producción. Las flores abiertas presentan coloraciones pardas en los pétalos y sobre los pedúnculos florales aparece un necrosamiento de la corteza, el cual a la vez ocasiona deficiencia en el llenado del fruto (20).

En frutos ya formados, el moho gris causa una pudrición húmeda que los descompone totalmente; en los que apenas inician su formación ocasiona necrosis y momificación. En casos avanzados de la enfermedad hay la invasión de organismos secundarios, que contribuyen a la descomposición del fruto (20).

5.4.2 PLAGAS

5.4.2.1 Monalunion

El *Monalunion* sp es una plaga de importancia potencial. Este insecto chupa savia de brotes tiernos causando quemazón y muerte de ellos. Al secarse las ramas las

plantas no producen flores y por lo tanto tampoco frutos. El ataque de Monalonia se puede confundir con los síntomas de antracnosis porque los tallos presentan manchas oscuras (20).

5.4.2.2 Mosca de la fruta

La larva de esta mosca *Anastrepha* spp., conocida como el gusano de la guayaba se alimenta de los frutos maduros. Causa la caída y destrucción de los frutos. Abre puertas para que entren microorganismos patógenos causantes de pudriciones o descomposiciones (20).

5.4.2.3 Chinchas chupadores de hojas y frutos

Las ninfas (forma inmadura del insecto adulto) y los adultos de los chinchas se alimentan de hojas y frutos. El mayor daño lo causan al chupar frutos, dejándolos pequeños, deformes y secos. Su ataque es más grande cuando hay presencia de malezas en el cultivo (20).

5.4.2.4 Trips o bichos de candela

Los *Thrips* sp. son insectos diminutos que se presentan especialmente en épocas de verano o sequía intensa. Tanto los adultos como las ninfas se alimentan de las hojas nuevas recién abiertas y de los brotes terminales (20).

En los brotes los insectos raspan el tejido para que la savia salga y la chupan. Las hojas chupadas se ponen de color blancuzco, y se enrollan o arrugan. Los tallos y frutos se pueden afectar cuando el ataque es severo. Los frutos chupados no crecen más y se momifican (20).

5.5 PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE *Rubus glaucus* EN COLOMBIA

La producción de mora se dirige especialmente al mercado en fresco, aunque en los últimos años se ha incrementado el consumo de la fruta por parte de la agroindustria (22).

Para el producto fresco, en Colombia se tienen dos mercados bien definidos: el de las cadenas de supermercados y el de las centrales mayoristas. El primero es de mayor exigencia y de mejores precios. Sin embargo, el volumen manejado por los supermercados es mínimo comparado con el de las centrales (22).

La agroindustria es una alternativa que tienen los productores para darle diferentes usos a su productos. Con la mora se puede elaborar pulpa congelada, pulpa edulcorada, compota casera, mermelada, entre otros (19).

5.6 ANÁLISIS DE SUELOS

El suelo puede definirse como la capa superficial de la Tierra formada por un sistema natural desarrollado a partir de una mezcla de minerales y restos orgánicos bajo la influencia del clima y del medio biológico; se diferencia en horizontes y suministra, en parte, los nutrimentos y el sostén que necesitan las plantas, al contener cantidades apropiadas de aire y de agua. El suelo no es materia muerta, sino un cuerpo en constante transformación. Estas transformaciones son físicas, químicas y biológicas. Ocurren especialmente en la capa superficial, hasta una profundidad de aproximadamente 25 cm, además, provocan un cambio gradual y constante en las propiedades del suelo, afectando sus principales constituyentes, como son materias sólidas, agua y aire (27; 28; 29; 30).

Entre las actividades más importantes para un adecuado crecimiento de las plantas está el desarrollo de una estructura del suelo con una proporción

balanceada de materiales sólidos, agua y aire, conservación de una buena estructura del suelo y suministro de nutrientes. La falta o inadecuación de una o más de estas actividades puede traer como resultado el empobrecimiento de los suelos, convirtiéndolos en terrenos inadecuados para la producción eficiente de los cultivos (29).

5.6.1 Materia orgánica

La materia orgánica en el suelo es una mezcla heterogénea de materiales frescos, plantas parcial o completamente descompuestas, residuos animales y de humus, producto final de la descomposición. Todos estos materiales entran a un conjunto de reacciones biológicas y químicas que ocurren entre la planta, el suelo y los microorganismos, constituyendo un ciclo bioquímico. La materia orgánica proporciona nutrientes tales como nitrógeno, fósforo, potasio y azufre para la nutrición de las plantas, aumenta la capacidad de intercambio de los suelos y ayuda a la disponibilidad de los elementos menores y del agua (30; 31; 32).

El principal componente de la materia orgánica del suelo es el carbono orgánico, por lo que todos los métodos basados en la oxidación del carbono orgánico del suelo sirven como determinación indirecta de esta. El método de Walkley y Black es el más utilizado, se basa en la determinación del carbono orgánico que se oxida con dicromato potásico en presencia de ácido sulfúrico; el exceso de oxidante se valora con sulfato ferroso amónico (sal de Mohr) y la cantidad de carbono orgánico oxidado se calcula a partir de la cantidad de dicromato reducido. Finalmente, a partir del contenido total de carbono orgánico determinado, se puede estimar el contenido de materia orgánica suponiendo de forma convencional que la materia orgánica contiene 58% de carbono. Así, el contenido de carbono orgánico se multiplica por el factor 1.724 para obtener el contenido de materia orgánica, según la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5403 (33; 34; 35).

5.6.2 pH (Acidez del suelo)

El pH es una de las propiedades físico-químicas más importantes de los suelos, de él depende en gran parte la disponibilidad de nutrientes para las plantas y tiene una influencia indirecta en los procesos químicos, procesos biológicos y actividad microbiana (34; 36).

Para determinar el grado de acidez o alcalinidad de un suelo se utiliza el método Potenciométrico, de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5264, donde por medio de un electrodo sensitivo a los iones H^+ en un contenido de humedad específico o relación de suelo-agua, se determina la concentración de iones hidrógeno activos (H^+) y finalmente se expresa en términos de la escala de pH (37; 38; 39).

5.6.3 Nitrógeno total

El nitrógeno puede llegar al suelo gracias a los aportes de materia orgánica y a la fijación bacteriana a partir del aire. Este elemento es fácilmente soluble al agua del suelo, es parcialmente retenido por las partículas de éste y se pierde fácilmente por lixiviación, por lo que la cantidad de nitrógeno presente en muchos suelos es escasa. El nitrógeno es aprovechado por las plantas, animales y microorganismos que lo incorporan a sus tejidos. Finalmente, cuando dichos organismos se mueren, el nitrógeno reingresa al suelo completando el ciclo (30; 37; 38).

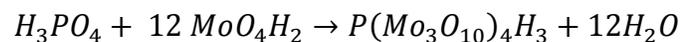
La determinación de nitrógeno total para suelos se realiza por el método kjeldahl descrito en el numeral 6.6.3, de acuerdo a la NTC 5889 (40; 41).

5.6.4 Determinación de Fósforo

El fósforo elemental no se encuentra en estado libre en la naturaleza porque se oxida muy fácilmente; sin embargo, son muy comunes los compuestos orgánicos y principalmente minerales que contienen fósforo (38).

El fósforo reacciona rápidamente con otros elementos químicos del suelo clasificando a este en fósforo orgánico e inorgánico, dependiendo de la naturaleza de los compuestos que forme. La forma orgánica se encuentra en el humus y la materia orgánica y la fracción inorgánica está constituida por compuestos de hierro, aluminio, calcio y flúor, entre otros, y normalmente son más abundantes que los compuestos orgánicos (31; 38).

Para la determinación de fósforo se utiliza El método Bray II, de acuerdo a la NTC 5350, este utiliza como medio de extracción una solución de fluoruro de amonio en ácido clorhídrico diluido, la cual conduce a la disolución de algunos fosfatos presentes en el suelo como los de calcio, hierro y aluminio. Una vez extraído el fósforo, éste es cuantificado por medio de la reacción del azul de molibdeno en la cual la tonalidad azul es obtenida del producto de reducción del ácido molibdofosfórico; el color azul también se puede desarrollar al reducirse el ácido ascórbico (38; 42; 43; 44).



5.6.5 Determinación de Potasio, Calcio y Magnesio en el suelo.

En el suelo, el potasio se origina a partir de los minerales primarios ricos en este, como feldspatos potásicos y las micas. A nivel de los minerales secundarios el potasio se encuentra en la fase intercambiable de varios tipos de arcilla como illita, vermiculita y montmorillonita. Generalmente los suelos en donde predominan estas arcillas poseen buenos contenidos de potasio en la fase intercambiable y por lo tanto el flujo de este elemento a la solución del suelo es adecuado para la nutrición de las plantas (31; 38).

El calcio procede principalmente de las rocas y los minerales que conforman el suelo y es el quinto elemento más abundante en la corteza terrestre. Su contenido puede variar ampliamente dependiendo del material de origen, así, en suelos ácidos representa entre 0,1 y 0,2%, mientras que en los alcalinos alcanza el 25%.

El calcio promueve la descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrientes, a la vez mejora la estructura del suelo y la retención del agua (30; 45).

El Magnesio está sujeto a intercambio catiónico, se encuentra en la solución del suelo y se absorbe en las superficies de las arcillas y la materia orgánica. Proviene de minerales como la biotita, hornablenda, dolomita y clorita. Los suelos generalmente contienen menos magnesio que Calcio debido a que el Mg no es absorbido como el Calcio por los coloides del suelo y puede perderse fácilmente por lixiviación (37).

En la determinación de estas bases, se utiliza el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica, Según la NTC 5349, para lo cual se realiza una extracción previa de los cationes presentes en el suelo con Acetato de Amonio a pH neutro (44; 46).

5.6.6 Determinación de Aluminio

El aluminio es un mineral abundante que representa alrededor del 8% de la corteza terrestre. En suelos de pH por debajo de 7 el aluminio se solubiliza y se convierte en su catión trivalente Al^{3+} que es tóxico, incrementando mucho su disponibilidad. Ciertas estimaciones indican que un 40% del terreno cultivable del planeta y quizás un 70% del suelo utilizado para la producción de alimentos, son zonas ácidas y, por tanto, sujetas a la toxicidad por este metal (37; 47).

La determinación de acidez intercambiable consiste en una extracción con una solución de KCl y posterior titulación del extracto con NaOH, según la NTC 5263. Se determina la acidez intercambiable, cuyo mayor componente es el aluminio intercambiable (Al^{+3}), ya que el H^+ de cambio es relativamente bajo en suelos de la zona cafetera colombiana. (44; 48).

5.7 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

5.7.1 Humedad

La humedad se determina por análisis gravimétrico de la materia seca, que se obtiene incrementando la temperatura de una estufa logrando una pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua y componentes no volátiles de la misma. El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra hasta obtener peso constante, según la AOAC 931.04 (49; 50; 51; 52; 53).

5.7.2 Cenizas

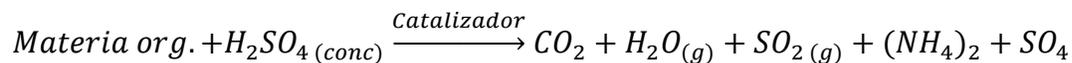
La cantidad de cenizas se determina mediante la descomposición de la materia orgánica presente en la muestra. El método gravimétrico se basa en la pérdida de peso que sufre el alimento por un aumento progresivo de la temperatura de la mufla con el objetivo de eliminar la materia orgánica por incineración directa en ausencia de flama, según la AOAC 985.35-A (49; 50; 51; 52; 54).

5.7.3 Proteína (Nitrógeno total)

El contenido proteínico de los alimentos puede ser determinado por diversos métodos. El método kjeldahl se basa en la determinación de nitrógeno. El contenido de proteína se calcula presuponiendo una proporción entre la proteína y el nitrógeno para el alimento específico que está siendo analizado. El procedimiento kjeldahl puede ser dividido, básicamente, en tres partes (49; 50; 51; 55; 56):

- 1) Digestión:** la sustancia a investigar se somete a un tratamiento oxidativo con ácido sulfúrico concentrado en presencia de una mezcla catalizadora,

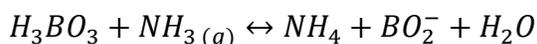
en el cual, el nitrógeno orgánico es convertido en amonio (49; 50; 51; 55; 56).



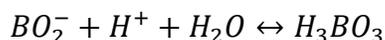
2) Destilación: del sulfato amónico formado a partir de la muestra digerida, se libera el amoníaco por tratamiento alcalino con NaOH.



Este NH₃ se transporta con ayuda de una destilación en corriente de vapor y se “atrapa” en una disolución de ácido bórico (49; 50; 51; 55; 56).



3) Valoración: La cantidad de nitrógeno amónico en esta disolución se cuantifica mediante su titulación con una disolución valorada de ácido clorhídrico. Se lleva a cabo el conjunto del análisis sobre una muestra en blanco y se subtrae, de cada una de las determinaciones, el volumen del HCl valorante necesario para este blanco (49; 50; 51; 55; 56).



El contenido en proteína de la muestra se calcula teniendo en cuenta el contenido medio en nitrógeno de la proteína en cuestión, según la AOAC 920. 152 (50; 51; 56).

5.7.4 Extracto etéreo

La determinación cuantitativa del contenido graso de un alimento se realiza por lo general por extracción directa con un disolvente lipófilo. El método soxhlet extrae el contenido graso del alimento utilizando un disolvente como el n-hexano, que luego se cuantifica por diferencia de peso entre la muestra inicial y el residuo final (gravimétricamente). Es importante que la muestra esté deshidratada para evitar la remoción de azúcares, entre otros compuestos, durante el procedimiento (50; 51; 52; 57), según la AOAC 963.15.

5.7.5 Fibra bruta

La fibra bruta es el residuo libre de cenizas que queda tras un determinado tratamiento de un proceso vegetal. Está compuesta fundamentalmente por celulosa, lignina y pentosas, suberina, cutina, alginatos y pectinas; constituyentes, junto con pequeñas cantidades de sustancias nitrogenadas, de las estructuras celulares de los vegetales (50; 51).

A la muestra deshidratada y exenta de grasa se le realiza dos digestiones, la primera con HCl y la segunda básica con NaOH. El residuo previamente lavado y pesado se calcina, y por el método gravimétrico, según la THE AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY (AOCS) Ba 6-84, y se obtiene una masa correspondiente a la fibra bruta del alimento. La finalidad del método es asemejar este proceso al que desempeña el organismo en su función digestiva (50; 51; 49; 58).

5.7.6 Determinación de minerales

5.7.6.1 Determinación de Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro y Cobre

El potasio ayuda a acelerar los procesos en las plantas y regula el agua, favorece la utilización de la luz en tiempo frío y nublado, aumenta la resistencia a la sequía ya las enfermedades. El calcio hace parte de las paredes celulares y esqueleto de las plantas. El magnesio hace parte principal de la clorofila (color verde), es indispensable en la fotosíntesis, es activador de procesos en la planta y ayuda a la formación y movimiento de los azúcares en la planta (19).

El hierro se absorbe fundamentalmente bajo la forma del ión ferroso (Fe^{+2}), por cuya razón las condiciones reductoras del suelo favorecen su absorción. Las plantas también absorbe el hierro a partir de compuestos orgánico-minerales. El hierro se mueve muy poco dentro de la planta, por cuyo motivo los síntomas de carencia aparecen, en primer lugar, en las hojas nuevas (59).

Las plantas absorben el cobre bajo la forma de Cu^{+2} por vía radical y foliar. Las extracciones de cobre por parte de la planta son muy pequeñas, por lo que no suelen presentarse carencias (59).

La muestra libre de materia orgánica por medio de calcinación y solubilizada con HCl concentrado, se llevó a un volumen específico para determinar minerales por el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica, según el método de la AOAC 999.11 (49; 60)

5.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Los alimentos por ser fuente de sustancias nutritivas para los seres vivos son altamente susceptibles de ser atacados por microorganismos, por lo tanto no son productos absolutamente estériles. La relación microbio alimento es tan estrecha que cada tipo de alimento tiene su flora microbiana característica. Los

microorganismos que crecen en los alimentos generalmente pueden vincular agentes microbianos patógenos, como la familia *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella*, o sus toxinas, con riesgo para la salud del consumidor. Los microorganismos llegan al alimento por distintas vías o procesos que se lleven a cabo durante su producción, tales como el riego y la cosecha. El personal está estrechamente relacionado con la transmisión de bacterias, ya que se encuentra en contacto directo con el producto alimenticio; el equipo y material que participa en el transporte, almacenamiento o manipulación también se encuentran involucrados en esta vía de transmisión (61; 62; 63).

5.8.1. Mesófilos

En este grupo se incluyen todas las bacterias, mohos y levaduras que se desarrollan a temperaturas óptimas entre 30-40 °C. A este grupo también se le conoce como cuenta total bacteriana. Siempre estarán presentes en un alimento debido a que éstos no son estériles (64; 65; 66).

Este recuento se considera como indicador del grado de contaminación y calidad sanitaria de los alimentos en cualquier etapa del proceso de producción, también se utiliza como indicador de la vida útil de un producto, además de las condiciones higiénicas de la materia prima, la forma como fueron manipulados durante su elaboración. Un recuento total de mesófilos aerobios bajo no asegura que un alimento esté exento de patógenos o sus toxinas; tampoco un recuento total alto significa presencia de microbiota patógena (61; 65; 66).

Por el método estándar de recuento en placa, se determina el número de mesófilos presentes en una muestra de alimento. Consiste en la siembra en profundidad en un medio determinado y sometimiento a una temperatura de crecimiento óptima de 37 °C durante 48 horas para un posterior recuento, según la ISO 4833 (61; 64; 65; 66).

5.8.2. Mohos y Levaduras

Los alimentos en los cuales se desarrollan hongos, presentan modificaciones físicas y químicas que se traducen en alteraciones en el valor nutricional, variando sus características organolépticas y dificultando su conservación. Algunos mohos pueden producir infecciones en el hombre e incluso reacciones alérgicas. Además, muchos mohos producen gran número de toxinas a las que el hombre es susceptible (66; 67).

El conteo total de mohos y levaduras indica la edad del alimento, la contaminación ambiental, las condiciones higiénicas de una materia prima y de las circunstancias de manipulación. Su crecimiento depende mucho de la cantidad de humedad presente en el alimento, o del lugar donde se almacenen (64; 66).

El método de enumeración de colonias se basa en la siembra en superficie en un medio de cultivo definido a 25 °C durante 5-8 días, según la International Organization for Standardization (ISO) 7954 (65; 66).

5.8.3. Coliformes

Pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae* y se caracterizan por su capacidad de fermentar lactosa a 35-37 °C con la producción de ácido y gas. Produciendo. *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter*, *Edwardsiella* son los géneros que componen este grupo (61; 65).

Habitan en la región intestinal del hombre y de los animales, pero también se encuentran en otros ambientes como suelo, cáscara de huevo, etc. Esto ha hecho necesario distinguir entre Coliformes Totales (Todas las Coliformes de cualquier origen como suelo y vegetación), y Coliformes fecales (Coliformes exclusivas de origen fecal, ó sea el género *Escherichia*) (61; 65).

En general, niveles altos de coliformes indican malas prácticas higiénicas, manipulación y elaboración deficientes de los alimentos (61; 64).

La cuantificación de coliformes se realiza por el método de número más probable luego de una siembra en tres tubos con campana Durham utilizando un caldo selectivo y una incubación a 37 °C durante 48 horas, según la norma ISO 4831 (65; 66).

5.8.4. Staphylococcus aureus

Staphylococcus aureus es un microorganismo de distribución en el medio ambiente muy amplia. Se encuentra en la piel y mucosas de la mayoría de los animales de sangre caliente, así como en los alimentos de origen animal. Las fosas nasales del hombre constituyen el reservorio principal de las bacterias, desde donde se disemina la piel, manos, rostro, pelo, etc., por lo tanto, el ser humano es la fuente de contaminación directa (61; 64; 66; 68).

El principal problema a nivel de la microbiología de los alimentos es que *S. aureus* puede producir una enterotoxina termoestable, y otras toxinas presentan elevada resistencia a tratamientos térmicos habituales de pasteurización. Se inactivan a temperaturas de esterilización de 115° C, resisten la irradiación y las enzimas proteolíticas (66).

Se determina la presencia de *Staphylococcus aureus* mediante el método recuento de colonias a 37°C, donde se realiza la siembra en la superficie de un medio selectivo sólido que posteriormente se incuba por 24-48 horas, de acuerdo a la ISO 4833 (66).

5.8.5. Salmonella

Es un género bacteriano, perteneciente a la familia *Enterobacteriaceae* y constituye un grupo muy complejo de microorganismos patógenos para el hombre, pudiendo afectar a diversos animales. Forman colonias típicas sobre medios de cultivo sólidos y poseen características bioquímicas y serológicas definidas (61; 66).

Dentro de la sistemática analítica para el aislamiento e identificación de bacterias del género *Salmonella* se siguen cuatro etapas sucesivas, según la norma ISO 6888:

- Preenriquecimiento en medio no selectivo
- Enriquecimiento en medios líquidos selectivos
- Aislamiento e identificación
- Confirmación (61; 66).

6. METODOLOGÍA

6.1 DIAGNÓSTICO

Se tomaron datos de georreferenciación de los cultivos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas, en La finca El Porvenir del corregimiento de La Bella municipio de Pereira y la finca El Rubí del municipio de Santa Rosa de Cabal del departamento de Risaralda utilizando un sistema de posicionamiento global (GPS). Además se recolectaron datos acerca del estado y manejo agronómico de los cultivos de ambas fincas por observación e información suministrada por el personal encargado del cuidado de la plantación.

6.2 MUESTREO

El muestreo de suelo y de frutos de cultivos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas, se realizó en dos municipios del departamento de Risaralda, Pereira y Santa Rosa de Cabal (Ilustración 4).

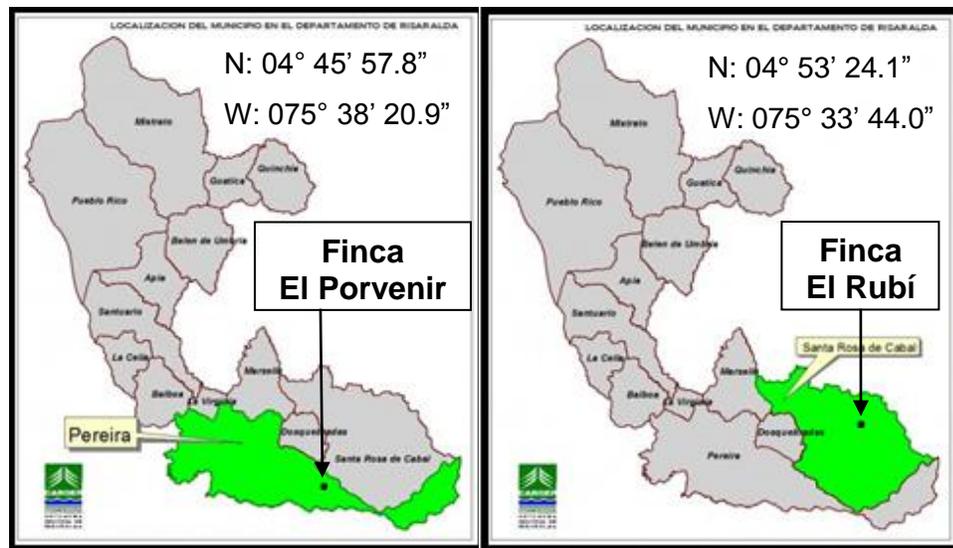


Ilustración 4. Mapa zonas de muestreo de Pereira y Santa Rosa de Cabal (69).

El municipio de Pereira, se encuentra ubicado a los 4°49' de latitud norte, 75°42' de longitud oeste y 1.411 m.s.n.m.; en la región sur-oriental del departamento de Risaralda, en la vertiente occidental de la cordillera central, con una temperatura promedio de 21° C y precipitación media anual de 2.108 m.m (70; 71). La finca El Porvenir está situada en la vereda La Bella del corregimiento La Bella al oriente del municipio

El municipio de Santa Rosa de Cabal, se encuentra localizado a los 4°52' de latitud norte y 75°37' de longitud oeste, en la región nor-oriental del departamento de Risaralda, a 14 kilómetros al noroeste de Pereira, en la vertiente occidental de la cordillera central, con una temperatura promedio de 19 ° C y suelos que van desde los 1500 msnm hasta los 3800 (69; 72). La finca El Rubí está ubicada en la vereda Potreros, al norte de zona urbana.

6.2.1 Muestreo de suelos

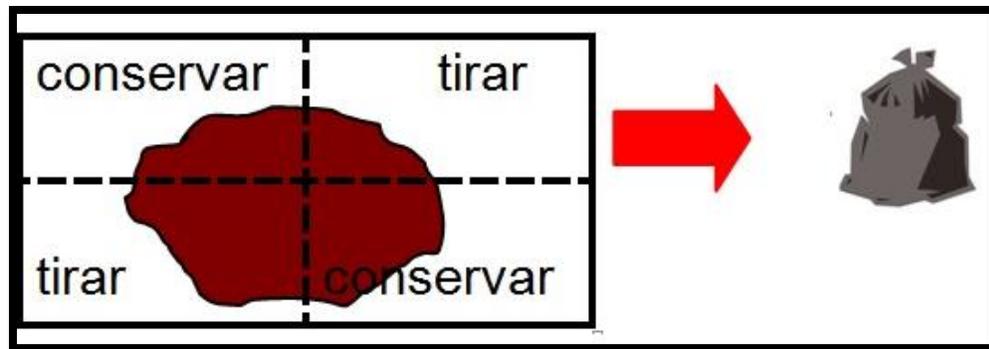


Ilustración 5. Cuarteo de suelos (73).

Se recolectaron 15 a 20 submuestras por hectárea de suelo en zigzag, a una profundidad aproximada de 20 cm, en la finca El Porvenir del corregimiento de la Bella y en la finca El Rubí del municipio de Santa Rosa de Cabal del departamento de Risaralda, cubriendo la totalidad del terreno sembrado, las cuales se mezclaron para formar una muestra homogénea y, finalmente, se realizaron cuarteos hasta obtener una muestra representativa de 1-2 Kg. Esta última, se almacenó en una

bolsa plástica, evitando cualquier tipo de contaminación (74). Las determinaciones de pH, materia orgánica, aluminio y nitrógeno fueron realizadas por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Tecnológica de Pereira.

6.2.2 Muestreo de frutos

Se tomaron frutos maduros y sanos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de forma aleatoria en las fincas El Porvenir y El Rubí localizadas en el corregimiento de La Bella, y el municipio de Santa Rosa de Cabal, respectivamente, de acuerdo a las condiciones del terreno y según la NTC 756 (75). Las muestras se guardaron en bolsas estériles con cierre hermético, se transportaron en una nevera portátil y luego se almacenaron a una temperatura de -4 °C. De igual manera se procedió con frutos que presentaron daño fitopatológico.

6.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Se determinó la longitud polar, longitud ecuatorial y el peso de diez frutos maduros de *Rubus glaucus Benth* sin espinas tanto de la finca El Rubí como de la finca El Porvenir, utilizando un pie de rey y una balanza analítica de 0,0001 de precisión.

6.4 ANÁLISIS DE SUELOS

Estas pruebas fueron realizadas por el laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Tecnológica de Pereira.

6.4.1 Materia orgánica

Este análisis se realizó por el método Walkley y Black. La muestra de suelo se trató con un volumen conocido de solución de $K_2Cr_2O_7$, que actúa como oxidante, en un medio fuertemente ácido (H_2SO_4 concentrado) en una proporción

estipulada. El calor desprendido por la reacción del H_2SO_4 al diluirse favoreció la acción del $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ para que oxide la materia orgánica. Se determinó fotométricamente a 585nm (35; 44).

6.4.2 pH (Acidez del suelo)

Para medir la acidez del suelo, se utilizó el método Potenciométrico. Inicialmente se calibró el potenciómetro con soluciones buffer de pH 4 y pH 7, luego se mezcló una proporción 1:1 de suelo y agua destilada y se agitó durante una hora. Finalmente se leyó directamente el pH en la mezcla suelo-agua (39; 44).

6.4.3 Nitrógeno total

El análisis de nitrógeno total para suelos se realizó por el método kjeldahl descrito en el numeral 7.2.3 (41; 44).

6.4.4 Determinación de Fósforo

Para la determinación de fósforo en suelos se usa el método Bray II. Primero se pasó una solución extractora de NH_4F 0.03 N en HCl 0,1 N por la muestra, la solución extractora retiene los fosfatos presentes en el suelo como los de calcio, hierro y aluminio. Posteriormente, se adicionó Molibdato de Amonio y tartrato de potasio y antimonio en presencia de Ácido Ascórbico para desarrollar el color azul. Luego se determinó la cantidad de fosfato colorimétricamente a 660 nm. Se realizó la curva de calibración de absorbancia en función de la concentración con los patrones necesarios para la lectura de la muestra (43; 44).

6.4.5 Determinación de Potasio, Calcio y Magnesio en el suelo

Al suelo previamente pesado se le adicionó una solución extractora de Acetato de Amonio 1 N y se dejó en reposo durante 24 horas. Esta solución se filtró

realizando lavados con la solución extractora. Finalmente, el filtrado se aforó en matraces volumétricos para luego ser pasados por el equipo de Espectrofotometría de Absorción Atómica, para lo cual se utilizaron patrones estandarizados en las curvas de concentración de cada analito (46; 44).

6.4.6 Determinación de Aluminio

Para la determinación de Aluminio en el suelo se realizó una extracción con KCl 1N, para lo cual se empleó una agitación por 5 minutos y un filtración al vacío. El filtrado se tituló con NaOH 0.05 N en presencia de fenolftaleína hasta viraje del indicador (48; 44)

6.5 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Todas las pruebas se realizaron por triplicado y bajo las mismas condiciones.

6.5.1 Humedad

La muestra previamente pesada, se llevó en cápsulas a una estufa desecadora a una temperatura de $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante tres horas. Se pesó el residuo una vez haya alcanzado la temperatura ambiente. Se repitió el secado, enfriado y pesado hasta obtener una masa constante. Se calculó el porcentaje de humedad por diferencia de peso (50; 51; 53; 52).

6.5.2 Cenizas

Una masa determinada de fruto, se llevó a calcinación en crisoles con tapa a una mufla con una temperatura final de 550°C durante dos horas la cual se alcanzó por medio de dos rampas de calentamiento, hasta obtener cenizas blancas o grisáceas. El residuo se pesó y se calculó el porcentaje de cenizas por diferencia de peso (50; 51; 52; 54)

6.5.3 Proteína (Nitrógeno total)

Se determinó el contenido de nitrógeno total sometiendo la muestra a una digestión ácida con H_2SO_4 concentrado en presencia de pastilla catalizadora Kjeldahl. Posteriormente, se adicionó NaOH al 35% m/v en exceso a la digestión realizada y se destiló por arrastre de vapor recibiendo el destilado en una solución de ácido bórico al 4% m/v que contiene gotas de indicador tashiro utilizando un destilador automático. Finalmente el destilado obtenido se tituló con una solución estandarizada de HCl 0.01N El factor utilizado para determinar el porcentaje de proteína fue 5,7 par vegetales. (50; 51; 52; 56).

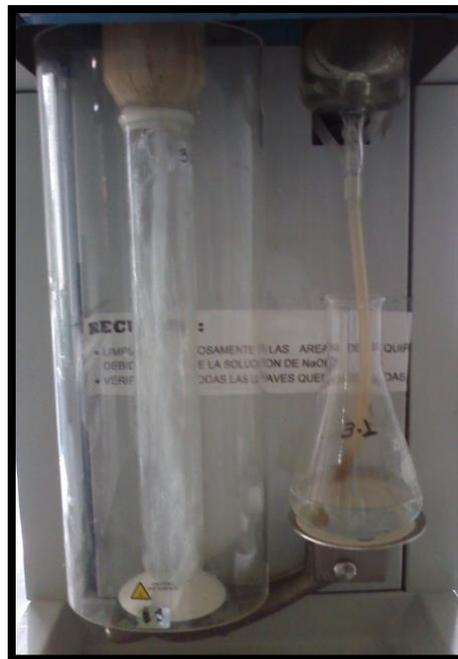


Ilustración 6. Destilación automática.

6.5.4 Extracto etéreo

A la muestra previamente deshidratada, se le realizó una extracción Soxhlet con n-hexano por tres horas. Luego, con ayuda de un rotaevaporador se separó la grasa del disolvente y gravimétricamente se determinó el porcentaje de extracto etéreo en el fruto (50; 51; 52; 57).



Ilustración 7. Extracción Soxhlet.

6.5.5 Fibra bruta

La muestra deshidratada y exenta de grasa fue sometida a reflujo, primero con H_2SO_4 al 0,255N y luego con NaOH al 0,313N durante 30 minutos cada uno. Finalizado cada reflujo, la muestra se lavó con porciones de agua caliente y etanol. El residuo se secó en estufa hasta obtener un peso constante y por último se incineró a $550^{\circ}C$ en la mufla hasta obtener cenizas blancas o grisáceas. Gravimétricamente se determinó el porcentaje de fibra (50; 51; 52).



Ilustración 8. Digestión ácida y básica para determinar fibra.

6.5.6 Determinación de minerales

6.5.6.1 Determinación de Potasio, Calcio, Magnesio y Cobre

Las cenizas obtenidas en el numeral 7.2.2 se disolvieron con una pequeña cantidad de HCl concentrado, la solución formada se aforó y se pasó por el equipo de Espectrofotometría de Absorción Atómica, para lo cual se utilizaron patrones estandarizados en la construcción de las curvas de calibración de cada catión (49; 60).

6.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Para todas las pruebas que se realizaron a los frutos maduros de *Rubus glaucus Benth* sin espinas, procedentes de las fincas El Rubí y El Porvenir, las siembras se hicieron por triplicado de las diluciones decimales de la solución madre, bajo las mismas condiciones.

6.6.1 Mesófilos

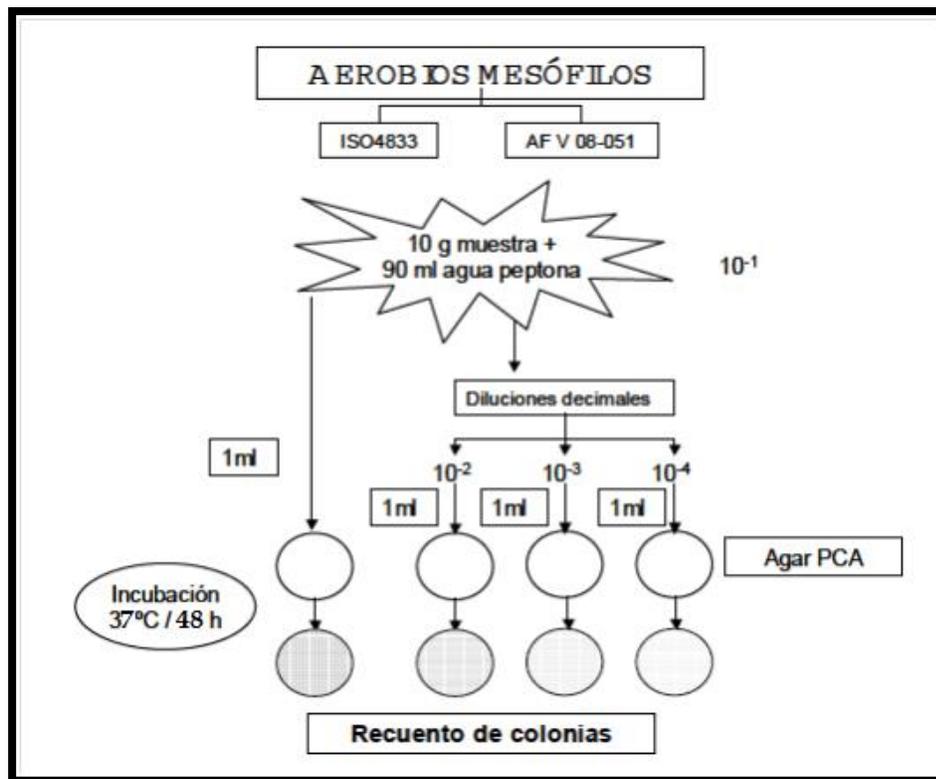


Ilustración 9. Esquema para determinación mesófilos (66).

Se determinó el número de microorganismos mesófilos, mediante el método de recuento de colonias. Se realizó la siembra en profundidad, de las diluciones decimales de la suspensión madre, en Agar Plate Count (PCA) y se incubó a 37 °C por 48 horas (66; 65).

6.6.2 Mohos y Levaduras

Por medio del método de recuento de colonias, se determinó el número de mohos y levaduras por gramo de muestra. Se efectuó la siembra en superficie, de las diluciones de la suspensión madre, en Agar Papa Dextrosa (PDA) y se incubó a 25 °C durante 5 a 8 días (ver Ilustración 10) (66; 65).

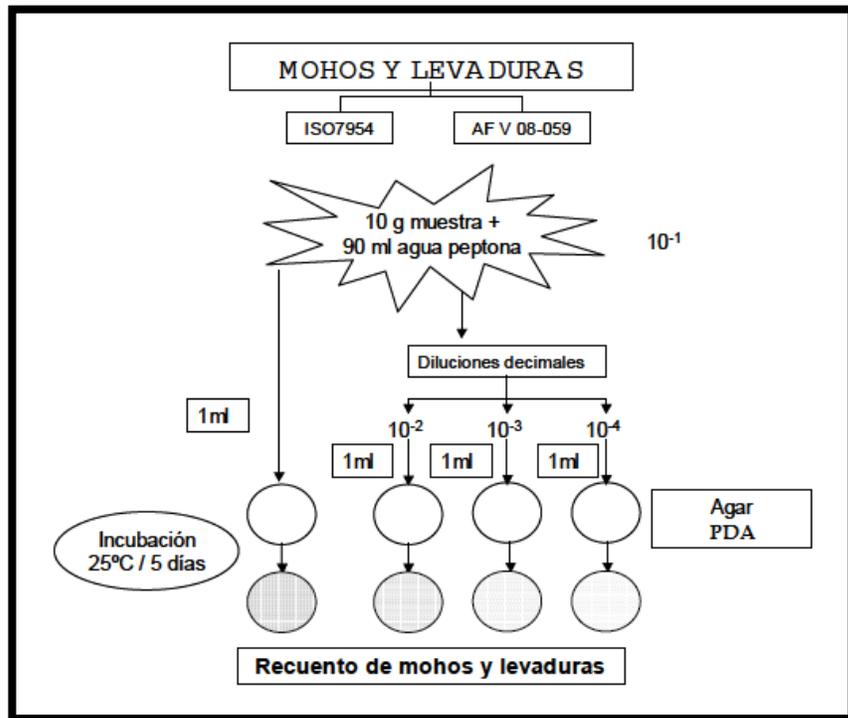


Ilustración 10. Esquema para recuento de mohos y levaduras (66).

6.6.3 Coliformes

La presencia o ausencia de coliformes se determinó por medio del método de número más probable (NMP). Se sembraron tres tubos con la suspensión madre, utilizando como medio selectivo caldo Fluorocult. Se incubó a 37 °C por 48 horas (ver Ilustración 11).

Se calculó el número más probable de coliformes por gramo de muestra, a partir de la cantidad de tubos positivos confirmados con presencia de turbiedad para coliformes totales y producción de gas en la campana Durham para coliformes fecales (66; 65).

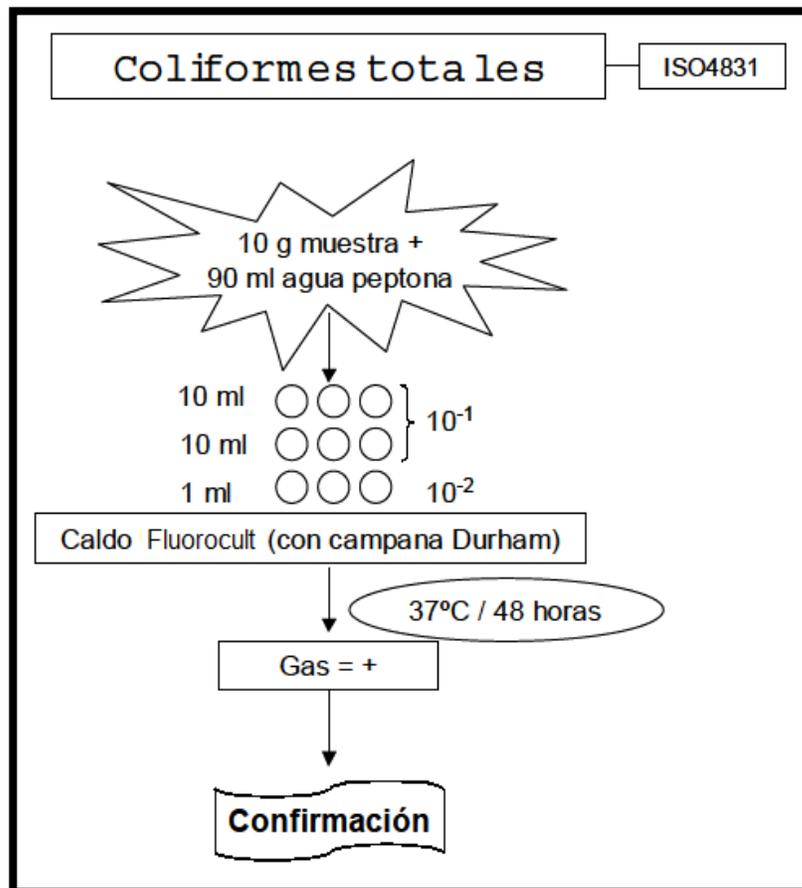


Ilustración 11. Esquema para la determinación de coliformes (66).

6.6.4 *Staphylococcus aureus*

Mediante el método de recuento de colonias, se sembró por superficie en Agar Baird Parker las diluciones decimales de la solución madre, para determinar la presencia o ausencia de *Staphylococcus aureus*. Se incubó a 37 °C por 48 horas (ver Ilustración 12). Confirmación con la prueba de coagulasa (66).

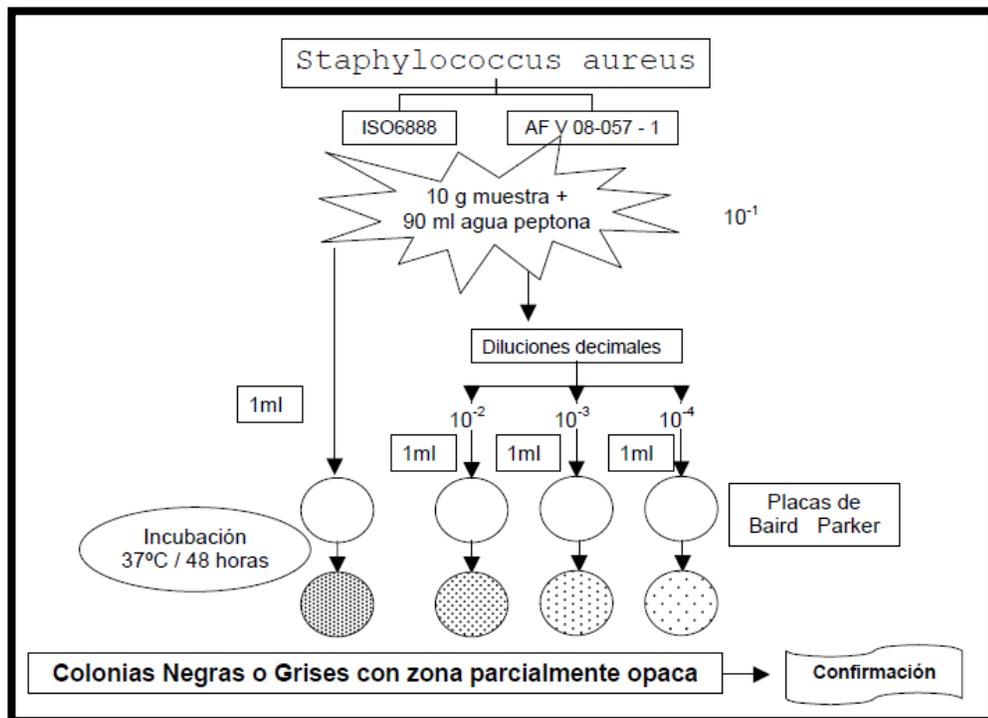


Ilustración 12 .Esquema para la determinación de *Staphylococcus aureus* (66).

6.6.5 Salmonella

La presencia o ausencia de *Salmonella* se determinó de acuerdo a las siguientes etapas:

- **Pre-enriquecimiento:** se preparó solución madre de concentración 1:10, la cual se incubó a 37 °C por 20 horas.
- **Enriquecimiento:** se sembró en caldo tetracionato 2 ml de la solución anterior y se incubó a 37 °C por 24 horas.
- **Aislamiento:** se sembró por agotamiento en agar XLD (Xilosa Lisina Desoxicolato) por 48 horas.

- **Confirmación:** no se realizó esta etapa por ausencia de colonias en el procedimiento anterior.

6.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

A los resultados obtenidos en las características físicas y en el análisis proximal de los frutos maduros y con daño fitopatológico de *Rubus glaucus Benth* sin espinas se les aplicó la prueba de SHAPIRO-WILKS para determinar su normalidad (para muestras menores a 50 datos). Posteriormente, se compararon las medias de las diferentes pruebas en cada zona de muestreo a través de un análisis de varianza (ANOVA de un factor) y por medio del ensayo de TUKEY, se establecieron los parámetros en los cuales se observaron diferencias significativas.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 DIAGNÓSTICO DEL CULTIVO

Se realizó la visita a las fincas productoras de mora de Castilla sin espinas El Porvenir y El Rubí de los municipios de Pereira (corregimiento de La Bella) y Santa Rosa de Cabal respectivamente. Por la facilidad para la cosecha y de acceso al cultivo, la mayoría de productores de mora en Risaralda han reemplazado la material con espinas por aquella que no las tiene.

En ambas fincas se tomaron datos de georreferenciación y se consultó al encargado del cultivo sobre su manejo agrícola (ver Tabla 5).

Municipio de Pereira corregimiento La Bella



Ilustración 13. Cultivo de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de la finca El Porvenir ubicada en La Bella corregimiento de Pereira del departamento de Risaralda.

Se realizó la visita técnica a la finca *El Porvenir*, con una extensión de 6000 m², el cultivo presentó muy pocos daños por hongos, los cuales son controlados por

fungicidas. No se encontraron frutos sobremaduros, ya que se cosecha dos veces por semana.

En esta finca la poda del cultivo se hace una vez al mes generando una gran cantidad de biomasa no aprovechable.

Municipio de Santa Rosa de Cabal



Ilustración 14. Cultivo de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de la finca El Rubí ubicada en el municipio de Santa Rosa de Cabal del departamento de Risaralda.

Se realizó la visita técnica a la finca El Rubí, localizada vía termales de San Vicente. Se encontraron daños por hongos de diferente tipo, con una mínima cantidad de frutos sobremaduros. Este cultivo lo abonan con material orgánico (Gallinaza) pero se desconoce el tipo de fungicidas y otros detalles de manejo porque el encargado falleció.

Tabla 5. Ficha técnica de los cultivos de *Rubus glaucus Benth* material sin espinas cultivados en Pereira y Santa Rosa de Cabal del departamento de Risaralda.

	FICHA TÉCNICA DE VISITAS	
	Pereira (Corregimiento la Bella) Finca El Porvenir	Santa Rosa de cabal Finca El Rubí
Área (Hectáreas)	0.6	SID
Georreferencia del cultivo	N: 04° 45' 57.8" W: 075° 38' 20.9" Altura de: 1839 ± 3m	N: 04° 53' 24.1" W: 075° 33' 44.0" Altura de: 2085 ± 3m
Edad del cultivo	2 Años	7 Años
Producción mensual	1 Ton	
Frutos sobremaduros (%)	< 1	< 5
Frutos con daño Fitopatológico (%)	5	10
Biomasa no utilizada (poda) (%)	20	SID (sin información disponible)
Frecuencia de fumigación	15 días	SID
Productos de fumigación	Plaguicidas: Mithapur Fungicida: Carbendazim	SID
Frecuencia de fertilización	1 Mes	SID
Ultima fertilización	1 Mes	SID
Productos de fertilización	Mezcla 3:1 de abono de producción (17% N, 16% P, 18% K) con sulcamag (3% P, 13% Mg, 30% Ca)	SID
Tipos de Hongos y Plagas que atacan el cultivo	Botrytis Ácaros Trips (Thysanoptera: Thripidae).	Mildeo Polvoso Botrytis Trips

Como se muestra en la Tabla 5, los cultivos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas estudiados se encontraron entre 1836-2088 msnm, altura adecuada para el desarrollo de los frutos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas (entre 1800 y 2300

m.s.n.m.), por lo cual se adaptan bien a las condiciones ambientales de precipitaciones regulares, alta humedad y moderadas temperaturas (71; 72; 3; 76; 22; 19; 20).

El terreno de la finca El Rubí era variable y el perteneciente a la finca El Porvenir era llano; ningún cultivo presentaba grandes extensiones. La edad de los cultivos osciló entre 2 a 7 años, con producciones muy variables dependiendo del tamaño del cultivo. El principal subproducto de los cultivos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas fue la biomasa generada de la poda la cual se desecha. Estos residuos pueden ser una buena fuente de análisis e investigación en la búsqueda de la mejor manera de ser aprovechada (76).

Los frutos con daños fitopatológicos son el segundo subproducto generado, los cuales son recolectados y separados de las bayas sanas, y posteriormente son desechados. Se ven afectados principalmente por *Botrytis*, cuando las drupas no se desarrollan correctamente, y *Peronospora*, frutos de apariencia doble.



Ilustración 15. Biomasa generada por la poda de cultivos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas en la finca El Porvenir ubicada en La Bella corregimiento de Pereira, Risaralda.



Ilustración 16. Frutos de *Rubus glaucus* Benth sin espinas con daños fitopatológicos.

Los fungicidas son los productos químicos de más uso en estos cultivos debido a la presencia principalmente de *Botrytis*, Mildew polvoso (*oídium* sp), mildew veloso (*Peronospora corda*), antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*) y trips (*Thysanoptera: Thripidae*), por lo cual, un análisis de residualidad compuestos tóxicos sería conveniente.

7. 2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Tabla 6. Características físicas de frutos maduros de *Rubus glaucus* Benth sin espinas.

PARÁMETRO		LA BELLA	SANTA ROSA DE CABAL
Longitud polar (cm)	Prom.	2,423	2,518
	Desv. Est.	0,181	0,274
Longitud ecuatorial (cm)	Prom.	2,208	2,131
	Desv. Est.	0,273	0,318
Peso (g)	Prom.	6,243	5,243
	Desv. Est.	0,823	0,682

Se determinó la longitud polar, longitud ecuatorial y el peso de diez muestras de los frutos tomadas aleatoriamente de las fincas El Rubí ubicada en el municipio de Santa Rosa de Cabal, y El Porvenir localizada en el corregimiento de La Bella del municipio de Pereira, cuyos valores presentan distribución normal (ANEXO 1). En la Tabla 6, se presentan los promedios de los parámetros de estudio, en los cuales se evidencia que la mora (*Rubus glaucus Benth* material sin espinas) cultivada en La Bella tiene una masa significativamente mayor (ver ANEXO 2) respecto a la de Santa Rosa de Cabal. En cuanto a las longitudes ecuatorial y polar, no se presentaron grandes variaciones de una finca a otra.

7.3 ANÁLISIS DE SUELOS

Los suelos provenientes de cultivos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de las fincas El Rubí y El Porvenir de Santa Rosa de Cabal y Pereira, respectivamente, fueron analizados por el laboratorio de suelos de la Universidad Tecnológica de Pereira (ver ANEXO 3 y ANEXO 4).

En estudios reportados en el informe técnico final “Bioprospección de metabolitos secundarios con valor nutracéutico en los materiales cultivados de mora en el departamento de Risaralda”, los frutos del municipio de Santuario de la finca San Antonio presentaron buenas características en cuanto al contenido de los componentes nutricionales analizado. Teniendo en cuenta lo anterior, se tomó como referente para cultivos de mora sin espina el análisis de fertilidad de suelos de esta finca (ver ANEXO 5) y de esta manera establecer una clasificación (Tabla 7). Se debe resaltar que la composición química de las frutas, cambia en función del tipo de cultivo, fertilidad del suelo, época del año y grado de madurez (16; 22).

Tabla 7. Análisis de fertilidad de suelos de los cultivos de *Rubus glaucus Benth* de las fincas El Porvenir, corregimiento de La Bella del municipio de Pereira, y El Rubí, Santa Rosa de Cabal, ubicadas en el departamento de Risaralda.

ZONA DE MUESTREO	PARÁMETRO												
	pH	N	M.O	K	Ca	Mg	Al	P	Fe	Mn	Zn	Cu	Textura
		%		meq/100g suelo				Ppm					
La Bella	4,8	0,45	11,4	0,28	1,4	0,4	0,9	5	1,21	1,29	0,03	0,25	Arcilloso
Clasificación	Muy ácido	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	-	Bajo	-	-	-	-	-
Santa Rosa	5,6	0,43	10,8	0,28	4	1,1	0	6	0,85	1,14	0,11	0,22	Franco
Clasificación	Ácido	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Medio	-	Bajo	-	-	-	-	-
Santuario	5,3	0,60	16,9	0,43	3,4	1,5	0	15	-	-	-	-	Limoso

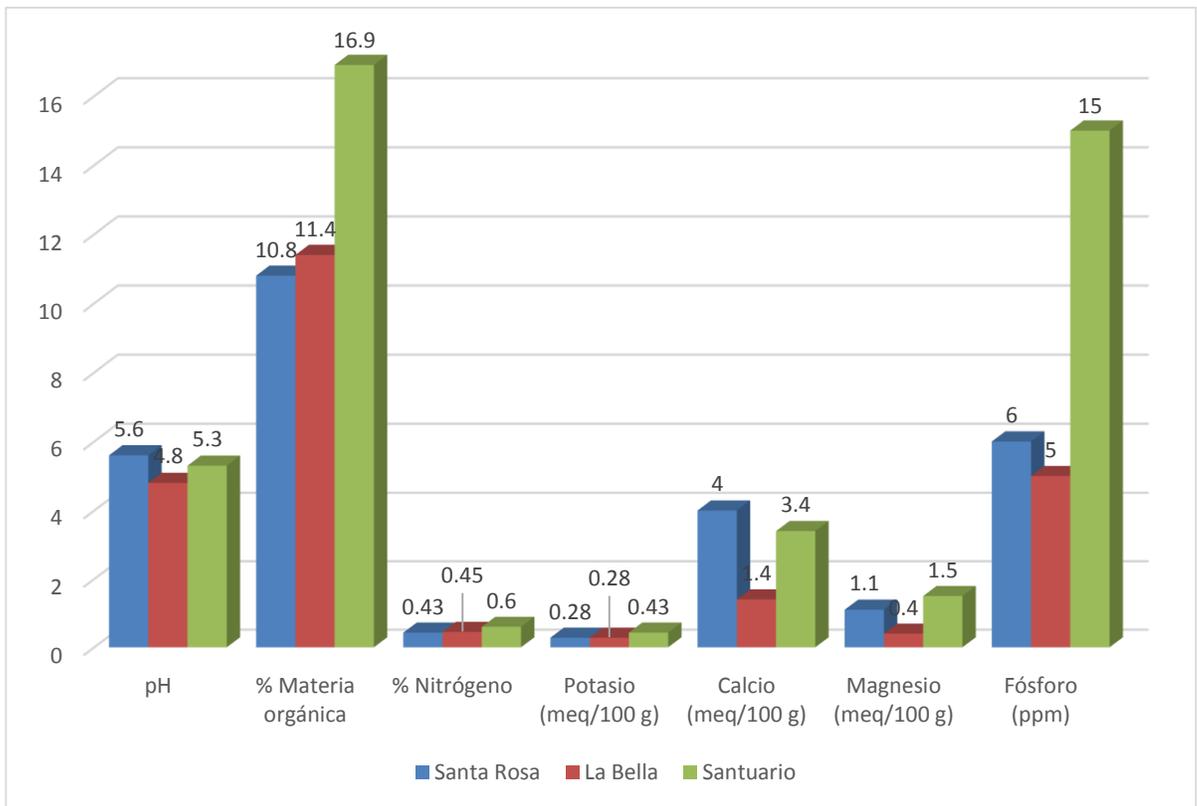


Gráfico 1. Comparación de los parámetros del suelo con el referente para *Rubus glaucus Benth* en Santuario.

7.3.1 Textura

El suelo del cultivo de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de la finca El Porvenir del corregimiento de La Bella, aunque con poca penetración del agua por su textura arcillosa, presentó una porosidad del 71% y una retención de humedad a 15 atm del 46% que, por acción del alto porcentaje de materia orgánica, permite una buena aireación y desarrollo de raíces, aunque parte del agua retenida no está disponible para la planta. (30; 77; 78).

En cuanto al suelo de la finca El Rubí del municipio de Santa Rosa de Cabal, su textura franca, porosidad del 70% y retención de humedad del 44% a 15 atm, otorgan a la planta agua y nutrientes que son retenidos y no se pierden por

lixiviación. Por lo tanto, este suelo por su textura es muy bueno para uso agrícola (30).

7.3.2 pH

Los suelos de cultivos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas se desarrollan mejor en suelos neutros, sin embargo, en las fincas El Porvenir y El Rubí de los municipios de Pereira y Santa Rosa de Cabal respectivamente, se reportó una acidez, característica del 70% del país (79).

Aunque ambos suelos son ácidos, comparados con el de la finca San Antonio en el municipio de Santuario (Gráfico 1), la finca El Porvenir del corregimiento de La Bella evidenció un pH más ácido principalmente por la presencia de Aluminio que disminuye la disponibilidad de calcio, potasio, magnesio y fósforo, además de un exceso de cobre, hierro, manganeso y zinc. Factores ambientales como las lluvias favorecen la acidificación de los suelos, por lo tanto, para reducirla se recomienda la aplicación de cal agrícola, que también contiene magnesio (30; 80).

Por otro lado el suelo de Santa Rosa de Cabal en la finca El Rubí, el pH=5,6 ligeramente ácido, es similar al de referencia para este tipo de cultivos en el departamento de Risaralda, por lo que es adecuado para el desarrollo de *Rubus glaucus Benth*, así que se puede decir que no interfiere en gran medida en la disponibilidad de nutrientes para las plantas (30; 80).

7.3.3 Materia Orgánica y Nitrógeno

Los niveles de materia orgánica presentados en la Tabla 7 para los suelos de las fincas El Porvenir (11,4%) y El Rubí (10,8%) son bajos en comparación con el reportado en la finca San Antonio (16,9%) del municipio de Santuario. La planta de *Rubus glaucus Benth* es exigente en materia orgánica por lo que el bajo contenido en las dos zonas de estudio puede afectar la retención de humedad y de los minerales presentes (19; 20; 22).

El contenido de nitrógeno en los suelos de la finca El Provenir y la finca El Rubí son adecuados para cultivos de *Rubus Glaucus Benth* sin espinas haciendo la comparación con el de referencia de la finca San Antonio del municipio de Santuario, por lo tanto la materia orgánica aporta la cantidad necesaria para el desarrollo adecuado de los cultivos, pero no aporta suficiente fósforo que se demuestra en bajos niveles en ambas zonas de muestreo.

Lo anterior demuestra que los posibles aportes de minerales además del nitrógeno por parte de la materia orgánica, no está disponible aún para la planta, es decir hay una acción lenta de la fauna y flora presente en el suelo en la descomposición o transformación de los nutrimentos en sustancias inorgánicas (30; 81; 77; 78).

7.3.4 Fósforo

La concentración de fósforo en los suelos de los cultivos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de las fincas El Porvenir y El Rubí es bajo, 5 ppm y 6 ppm respectivamente, en relación con el contenido registrado en la finca San Antonio en Santuario, 15 ppm. Un buen ámbito de pH es decisivo para su absorción, por lo tanto valores entre 6 y 6,8 es lo ideal. Aunque éste mineral no se pierde fácilmente por lixiviación, reacciona rápidamente con otros elementos químicos del suelo formando compuestos solubles e insolubles en agua (dependiendo del pH); la absorción es muy lenta si se encuentra como difosfato y trifosfato, Por lo tanto, como ambos suelos son ácidos la disponibilidad de fósforo es reducida, especialmente en el suelo más ácido que se encuentra en La Bella corregimiento de Pereira (30; 59).

7.3.5 Bases K, Ca y Mg

7.3.5.1 Potasio

Según los resultados de la Tabla 7, las muestras analizadas provenientes de Santa Rosa de Cabal y Pereira (corregimiento de La Bella) presentan un nivel bajo

de concentración de potasio (0,28 meq/100g suelo) en ambas fincas, en contraste con el referente de Santuario.

El potasio favorece la resistencia a las enfermedades y a los efectos de temperaturas frías, por lo que cultivos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas son exigentes en este mineral (30; 22).

7.3.5.2 Calcio

El suelo muy ácido de la finca El Porvenir ubicada en el corregimiento de La Bella, presentó un nivel bajo de calcio de 1,4 meq/g suelo, según datos de referencia de la Tabla 7. La baja concentración puede hacer mucho más lenta la descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrientes (59; 30).

En la finca El Rubí de Santa Rosa de Cabal se registró un contenido alto de 4,0 meq/g para éste mineral, en comparación a los datos de referencia para este tipo de cultivo en Risaralda, es decir, hay mayor disponibilidad por ser un suelo de pH menos ácido (ver ANEXO 6), que ejerce una influencia sobre la disponibilidad de éste nutriente que se pudo evidenciar en los valores obtenidos en Tabla 7.

7.3.5.3 Magnesio

El contenido de magnesio en el suelo del cultivo de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de la finca El Porvenir del corregimiento de La Bella (Pereira) fue de un nivel bajo (0,4 meq/g suelo). Este mineral es susceptible a la pérdida por lixiviación, ya que es parcialmente soluble en agua. En cambio, la finca El Rubí registró un nivel medio para este mineral comparando con el suelo referente para este tipo de cultivo en el departamento de Risaralda (30).

En cuanto a las relaciones de concentración calcio, magnesio y potasio en el suelo de la finca El Rubí del municipio de Santa Rosa de Cabal, como se muestra en la Tabla 8, se encuentran los tres en balance, por lo tanto el contenido de uno de éstos no interfiere en la absorción del otro (77).

Por otro lado, el suelo de la finca El Porvenir del municipio de Pereira (La Bella) se encuentra en desbalance, lo cual se puede mejorar incrementando la concentración de calcio y magnesio, especialmente la de éste último que es el que representa desproporción al comparar con el potasio que se encontró con un adecuado contenido (77).

Tabla 8. Relación entre Calcio, Magnesio y Potasio de suelos de los cultivos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de las fincas El Porvenir, corregimiento de La Bella del municipio de Pereira, y El Rubí, Santa Rosa de Cabal, ubicadas en el departamento de Risaralda (77).

RELACIÓN	BALANCE	RESULTADO	
		Santa Rosa	La Bella
Mg/K	2,5 – 15	3,9	1,4
Ca/Mg	2 – 5	3,7	3,6
Ca/K	5 – 25	14,2	5,0
(Ca+Mg)/K	10 -40	18,2	6,4

7.3.6 Aluminio

La fuerte acidez del suelo de la finca El Porvenir del corregimiento de La Bella del municipio de Pereira está constituida principalmente por cationes ácidos aluminio como se evidencia en Tabla 7. Por el contrario, en El Rubí de Santa Rosa de Cabal, la ausencia de éste ión genera un pH menos ácido que permite mayor disponibilidad de nutrientes (30; 77; 79).

Los suelos analizados de cultivos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de las fincas El Porvenir y El Rubí de los municipios de Pereira y Santa Rosa de Cabal respectivamente, presentan características muy similares en cuanto al contenido de minerales que puede deberse a que ambas se ubican en la zona del eje cafetero que se encuentra en el oriente de la cordillera central donde predominan

los suelos derivados de cenizas volcánicas, aptos para el desarrollo agrícola (1; 82).

7.3.7 Minerales Fe, Mn, Zn y Cu

Estos elementos menores juegan un papel muy importante en el correcto crecimiento y desarrollo de los cultivos pues la mayoría de ellos funcionan como componentes de enzimas esenciales y están involucrados en el proceso de fotosíntesis, aunque se requieren sólo en cantidades pequeñas y muy limitadas. Las plantas de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de las zonas muestreadas presentaron un adecuado crecimiento y no tenían señales visibles de déficit de micronutrientes, como por ejemplo el contorno amarillo en las hojas que se forma cuando hay poca disponibilidad de hierro, por lo que se puede decir que aunque el suelo de Santa Rosa posee menor cantidad de Hierro que el de La Bella, hay un aprovechamiento óptimo o poco requerimiento por parte las plantas permitiendo su buen desarrollo (30; 83).

7.4 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

En la Tabla 9 se presentan los datos del análisis proximal de frutos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas maduros y con daños fitopatológicos, procedentes de las fincas El Porvenir del municipio de Pereira, corregimiento La Bella, y El Rubí del municipio de Santa Rosa de Cabal, del departamento de Risaralda. En la prueba de normalidad de SHAPIRO-WILKS (ver ANEXO 7), se encontró que las variables estudiadas en el análisis proximal de la *Rubus glaucus Benth* sin espinas madura y con daño fitopatológico, presentan una distribución normal.

Tabla 9. Análisis bromatológico de frutos maduros (M) y con daños fitopatológicos (DF) de *Rubus glaucus Benth* sin espinas cultivados en Santa Rosa de Cabal y Pereira, corregimiento de La Bella, del departamento de Risaralda.

PARÁMETRO		LA BELLA		SANTA ROSA	
		M	DF	M	DF
Humedad (g/100 g)	Prom.	86,3101	83,2713	84,7185	83,2478
	Desv. Est.	1,0916	0,4201	0,2893	0,5830
Cenizas (g/100 g)	Prom.	0,4425	0,5598	0,5412	0,7194
	Desv. Est.	0,0345	0,1220	0,0110	0,0718
Grasa (g/100 g)	Prom.	0,1288	0,1718	0,1393	0,1522
	Desv. Est.	0,0145	0,0115	0,0043	0,0067
Fibra (g/100 g)	Prom.	3,0046	5,7535	4,4051	4,7241
	Desv. Est.	0,2385	0,1499	0,1757	0,1772
Proteína (g/100 g)	Prom.	0,8452	0,6397	1,5373	1,1808
	Desv. Est.	0,0659	0,1297	0,0889	0,2543
K (ppm)	Prom.	1,0170	2,1358	1,5631	1,6844
	Desv. Est.	0,1862	0,8184	0,2326	0,0446
Mg (ppm)	Prom.	0,1919	0,2942	0,2543	0,2805
	Desv. Est.	0,0326	0,0641	0,0257	0,0135
Ca (ppm)	Prom.	0,8029	0,9732	0,6360	0,8471
	Desv. Est.	0,0596	0,2022	0,0575	0,1817
Fe (ppm)	Prom.	0,0394	0,0503	0,0242	0,0263
	Desv. Est.	0,0020	0,0017	0,0241	0,0120
Cu (ppm)	Prom.	0,0316	0,0531	0,0166	0,0056
	Desv. Est.	0,0091	0,0123	0,0205	0,0043

Según los resultados de la Tabla 9 en la finca El Porvenir del corregimiento de La Bella los frutos con daño fitopatológico, en comparación con los maduros, poseen menor contenido de agua ocasionando que los demás componentes como cenizas, grasa y fibra se concentren, es decir que sus porcentajes aumenten. Lo contrario ocurre con el contenido de proteína, el cual disminuye. De igual manera sucede con los frutos maduros y con daño fitopatológico provenientes de la finca El Rubí del municipio de Santa Rosa de Cabal.

Por otro lado las cantidades de los minerales potasio, magnesio, calcio, hierro y cobre aumenta en frutos con daños fitopatológicos en la finca El Porvenir. En el municipio de Santa Rosa de Cabal, en la finca El Rubí, el potasio, magnesio y calcio aumentan en frutos con daño, el cobre disminuye y el hierro se mantiene.

Según el análisis de varianza (ANOVA) (ver ANEXO 8), no se estableció diferencias significativas (valores de significancia menores a 0,05 para ANOVA) en las pruebas de humedad y grasa de *Rubus glaucus Benth* sin espinas tanto maduros como con daños fitopatológicos, entre las fincas pertenecientes a Santa Rosa de Cabal y La Bella (84; 85).

Los frutos maduros provenientes de la finca El Rubí del municipio Santa Rosa de Cabal, presentaron diferencias estadísticamente significativas de fibra y proteína proporcionándoles un valor agregado que los distingue de los provenientes del corregimiento de La Bella en Pereira siendo estos los menos enriquecidos. En el contenido de cenizas, también se registró una diferencia notable a favor de la finca El Rubí, que se refleja en la concentración de potasio, el cual es mayor en esta zona muestreada de Risaralda. Por el contrario, se evidenció que el calcio fue estadísticamente alto en *Rubus glaucus Benth* sin espinas de la finca El Porvenir del municipio de Pereira (ver ANEXO 8 y ANEXO 9). Con respecto al magnesio, hierro y cobre, no se demostró alguna diferencia particular entre una zona y otra (84; 85).

Respecto a los frutos con daño fitopatológico, el corregimiento de La Bella presentó diferencias significativas con porcentajes mayores de fibra, y Santa Rosa de Cabal obtuvo un alto contenido de proteína (ver ANEXO 8 y ANEXO 9). En los minerales analizados de *Rubus glaucus Benth* sin espinas, no se estableció concentraciones significativas en el potasio, magnesio y calcio; por el contrario, se registró mayores niveles de hierro y cobre en la finca El Porvenir del corregimiento de La Bella, Pereira (84; 85).

En general, los frutos maduros de *Rubus glaucus Benth* sin espinas procedentes de la finca El Rubí presentaron alto contenido de fibra, proteína y potasio que puede ser aprovechados para su transformación en productos que requieran estas características. Los frutos con daños fitopatológico que se obtienen en la finca El Porvenir evidenciaron mayor concentración de fibra, hierro y cobre.

Los frutos de *Rubus glaucus Benth* se caracterizan por poseer abundantes pigmentos naturales (antocianinas y carotenoides) y por ser una buena fuente de fibra. Lo anterior, sumado a la poca diversidad de usos que actualmente se le da a esta baya en la región, pues es mayormente utilizada para consumo en fresco, abre la posibilidad para desarrollar diferentes estudios que permitan un óptimo aprovechamiento de este fruto en el sector agroindustrial. Uno de ellos puede estar enfocado en usar los pigmentos naturales de los frutos con daños fitopatológicos que son de color más intenso para la fabricación de colorantes (86; 16).

El alto contenido de fibra, cobre y hierro de los frutos con daños procedentes de la finca El Porvenir del corregimiento de La Bella, de proteína en El Rubí de Santa Rosa de Cabal, pueden emplearse como punto de partida para desarrollar estudios con el fin de transformar y comercializar un producto aprovechando estos componentes.

7.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El análisis microbiológico realizado a los frutos maduros de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de las fincas El Porvenir y El Rubí del municipio de Pereira y Santa Rosa de Cabal respectivamente, se desarrolló por triplicado para cada una de las pruebas.

Tabla 10. Análisis microbiológico realizado a los frutos maduros de *Rubus glaucus Benth* sin espinas cultivados en las fincas El porvenir de Pereira, y El Rubí de Santa Rosa de Cabal, del departamento de Risaralda.

MICROORGANISMOS		SANTA ROSA	LA BELLA	
UFC/g	Mohos y Levaduras	Prom.	205	65
		Desv. Est.	10,4772	5,6308
	Mesófilos	Prom.	630	349
		Desv. Est.	6,0219	14,6850
	<i>Staphylococcus aureus</i>		Ausencia	Ausencia
	<i>Salmonella</i>		Ausencia	Ausencia
NMP	Coliformes totales	Ausencia	Ausencia	
	Coliformes Fecales <i>E. coli</i>	Ausencia	Ausencia	

En la Tabla 10 se encuentra el promedio de los resultados obtenidos en dicho análisis, donde se muestra ausencia de Coliformes totales y fecales, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* en las dos muestras estudiadas. Comparando con la resolución número 3929 del 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social, en donde se reglamenta lo relacionado con los requisitos sanitarios que deben cumplir las pulpas de frutas que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional (ver ANEXO 10), se estableció que la concentración de Mohos y Levaduras en frutos de ambas fincas cumple el parámetro de máximo para pulpa congelada de 1000 UFC/g, con valores de 205 UFC/g para El Rubí y 65 UFC/g para El Porvenir. Para microorganismos mesófilos aerobios, su contenido está por debajo de la Resolución vigente (ver ANEXO 10), y coliformes fecales- *E. coli* y *Salmonella*. Aunque no hay una normativa que reglamente microorganismos patógenos *Staphylococcus aureus* en frutas (*Rubus glaucus Benth*), es importante determinar

su ausencia/presencia ya que producen enfermedades y por lo tanto son indeseables y hacen extraordinariamente peligroso su consumo (50).

De manera global, los frutos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas producidos en Santa Rosa de Cabal y La Bella cumple con los estándares microbiológicos exigidos para ser comercializada como pulpa de fruta, lo que indica que las actividades de precosecha están siendo desarrolladas de manera que el fruto sea afectado microbiológicamente. Para que la calidad microbiológica con que cuentan estos frutos se mantenga durante el proceso de comercialización, es necesario contar con unas buenas prácticas agrícolas para evitar la contaminación, por lo tanto la cosecha es una etapa crítica.

7.6 DISCUSIÓN GENERAL

El suelo de la finca El Rubí por su textura, pH, retención de humedad e infiltración, es apto para el cultivo de *Rubus glaucus Benth* sin espinas. El contenido de materia orgánica permite que los factores previamente mencionados sean mejorados y hace un gran aporte de nitrógeno indispensable para la formación de proteínas, pero sucede lo contrario con otros elementos como el fósforo y el potasio que se encontraron en niveles bajos en comparación con el suelo referente de la finca San Antonio del municipio de Santuario, contrariedad que puede atribuírsele a la acidez. La relación calcio, potasio y magnesio es adecuada (ver Tabla 8), por lo tanto, no compiten entre ellos para ser absorbidos por las plantas (30; 80; 87; 88; 89; 77; 59; 83).

La textura arcillosa del suelo de la finca El Porvenir no permite que el agua retenida esté disponible para las plantas, pero el alto contenido de materia orgánica mejora estas condiciones permitiendo la disponibilidad del líquido vital y de los nutrientes que favorecen el buen desarrollo del cultivo, y además aporta gran cantidad de nitrógeno indispensable para la producción de frutos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas. El pH muy ácido, por la presencia de iones aluminio,

ejerce influencia sobre la velocidad de descomposición de la materia orgánica para la liberación de elementos como el calcio, magnesio y fósforo que se encuentran en niveles bajos y en desbalance (30; 80; 87; 88; 89; 77; 59; 83; 36).

El Nitrógeno presente en los suelos analizados es similar en ambas zonas de estudio, sin embargo, hay diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de proteína tanto de los frutos maduros (1,5373%) como con daños fitopatológicos (1,1808%) siendo la finca El Rubí de municipio de Santa Rosa de Cabal la que presenta los valores más altos.

Aunque el suelo de la finca El Rubí refleja un alto contenido de Calcio (4 meq/g suelo) respecto al de la finca El Porvenir (1,4 meq/g suelo), este no muestra una relación directa con el valor obtenido para los frutos maduros (0,6360 ppm) pues este es bajo, por el contrario en los frutos recolectados en La Bella hay un contenido mayor que se evidencia con valor estadísticamente significativo (0,8029 ppm) a pesar de que su presencia en el suelo es menor.

Comparando los resultados logrados en el presente trabajo en las determinaciones de peso, humedad, cenizas, longitud polar y ecuatorial, y los obtenidos (en estado 4 de madurez) en el departamento de Tolima donde se realizó un estudio fisicoquímico de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) en seis estados de madurez, se observa que son similares (ver **ANEXO 11**). Solo se pequeñas variaciones en cuanto la longitud ecuatorial, siendo las bayas de Risaralda las de mayor dimensión (14).

Los resultados obtenidos en los frutos maduros de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de la finca San Antonio del municipio de Santuario, Risaralda, son similares en el contenido de cenizas y humedad, menor en grasa, y mayor en el porcentaje de proteína respecto a las bayas provenientes de las fincas El Rubí y El Porvenir (ver Gráfico 2) (16).

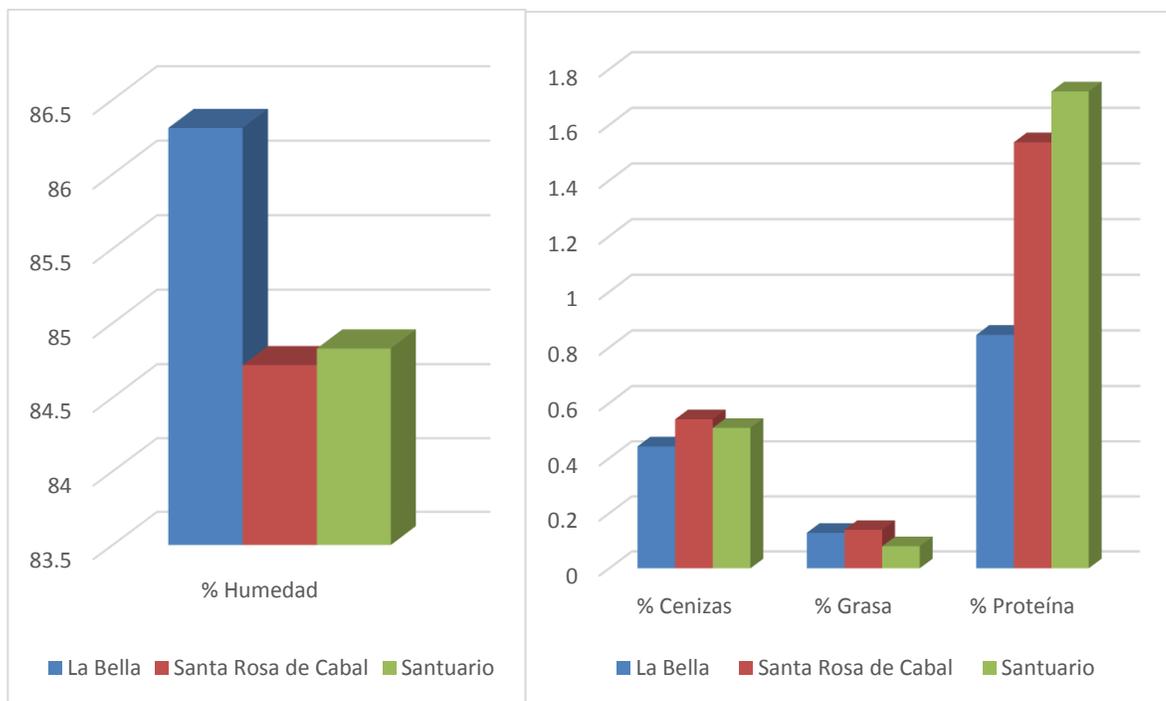


Gráfico 2. Comparación de la composición química de frutos maduros de *Rubus glaucus Benth* sin espinas.

Las condiciones del suelo no determinan las características del fruto, pues también intervienen factores tales como altura sobre el nivel del mar, manejo agronómico del cultivo, condiciones climáticas y ambientales y época del año en la que se realiza la cosecha, sin embargo se puede establecer una relación directa entre el contenido de materia orgánica en el suelo y el de proteína en el fruto maduro.

8. CONCLUSIONES

- El suelo del cultivo de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de la finca El Rubí del municipio de Santa Rosa de Cabal, presentó un contenido medio de nitrógeno y magnesio, bajo de materia orgánica, potasio y fósforo, y además, concentraciones altas de calcio en comparación con el suelo de referencia para este tipo de cultivos en la región. Se obtuvo un balance de las bases intercambiables potasio, calcio y magnesio que, sumado a un pH ligeramente ácido, permite que las plantas posean buenas características de intercambio iónico.
- El suelo del cultivo de *Rubus glaucus Benth* sin espinas de la finca El Porvenir del corregimiento de La Bella del municipio de Pereira, obtuvo un nivel medio de nitrógeno, y bajo de materia orgánica, potasio y fósforo comparado con el suelo de referencia de la finca San Antonio. Se registró un desbalance entre las bases intercambiables, principalmente por la baja concentración de magnesio y calcio.
- El contenido de material microbiano de los frutos maduros de *Rubus glaucus Benth* sin espinas provenientes de las fincas El Rubí y El Porvenir, cumple la resolución 7992 de 1991 establecida por el Ministerio de Salud para ser utilizada como pulpa de fruta congelada.
- Comparado con la finca El Porvenir del corregimiento de La Bella, se evidenció en los frutos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas maduros de Santa Rosa de Cabal en la finca El Rubí, altos porcentajes de ceniza, fibra, proteína y potasio, y baja concentración de calcio. Los frutos con daños fitopatológicos, presentaron porcentajes altos de proteína y bajos en fibra hierro y cobre.

- En comparación con la finca El Rubí del municipio de Santa Rosa de Cabal, los frutos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas maduros del corregimiento de La Bella finca El Porvenir, se presentó un alto contenido de calcio y bajo de cenizas, fibra, proteína y potasio. Los frutos con daños de esta zona obtuvieron niveles altos en fibra, hierro y cobre, y por el contrario, un nivel bajo de proteína
- Los frutos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas maduros provenientes de las fincas de estudio, no muestran gran variación en cuanto a los porcentajes de humedad y cenizas, peso y longitudes a los estudiados en Tolima.
- La finca El Porvenir del municipio de Pereira realiza un mejor aprovechamiento de la producción de frutos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas, debido a la frecuencia de recolección reduciendo pérdidas por frutos sobremaduros y a un oportuno control de plagas y enfermedades que causan daños al fruto.

9. RECOMENDACIONES

- Los frutos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas son altamente perecederos, por esta razón, para futuros estudios se recomienda agilidad y un corto lapso de tiempo entre la recolección y las determinaciones a realizar, además, en caso de incluir en los estudios un análisis microbiológico, se sugiere tener presente las medidas de higiene necesarias por parte del manipulador, y asepsia en los implementos utilizados para la recolección y transporte de los frutos. Realizar esencialmente el estudio en el menor tiempo posible para así evitar alteración en los resultados y poseer contramuestras.
- El análisis de fertilidad de suelos de la finca El Porvenir del corregimiento de La Bella muestra una fuerte acidez, por tal motivo debe considerarse el uso de cal como un corrector de pH, pues aunque la mora crece en suelos ácidos, se desarrolla mejor en suelos neutros; también se sugiere adicionar sulfato de magnesio con el fin de suplir la necesidad de este nutriente.
- Aunque los porcentajes de pérdidas de frutos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas por daño fitopatológico son bajas en ambas zonas de estudio del presente trabajo, se recomienda realizar posteriores investigaciones que permitan dar un aprovechamiento adecuado de los frutos de las fincas, EL Porvenir que son ricos en fibra, hierro y cobre, El Rubí altos en proteína.
- Durante la poda de los terrenos cultivados con mora de castilla sin espinas (*Rubus glaucus Benth*) de las fincas El Porvenir y El Rubí, se genera una gran cantidad de biomasa (5m²/600 plantas mensual) que no es utilizada, por este motivo se recomienda buscar usos adecuados a este subproducto, evitando la proliferación de enfermedades en el cultivo.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.** *Censo De Minifundio En Colombia.* [ed.] IICA Biblioteca Venezuela. Bogotá : Impreandes Presencia S.A., 1995.
2. **Marulanda Ángel, M. L.** Aspectos Biológicos y Fitogenéticos del género Rubus. [aut. libro] M. L. Marulanda Ángel, y otros. *Biodiversidad y Biotecnología en la evaluación y selección de cultivares promisorios de mora de castilla.* Primera ed. Dosquebradas : Publiprint Ltda., 2011, págs. 13-17.
3. **Bernal Estrada, J. A. y Franco, G.** Agronomía para el cultivo de mora de castilla. [aut. libro] R. Gómez Santos y J. López Gonzáles. [ed.] CORPOICA. *Tecnología para la producción de frutales de clima frío moderado.* Rionegro : s.n., 2008, págs. 10-11.
4. **Barrero Meneses, L. S.** *Tecnología para la producción de frutales de clima frío.* Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Mosquera : Diagramación, impresión y encuadernación, Produmedios., 2009. págs. 5-7.
5. **Ruiz Molina, M., Ureña del Valle, M. A. y Martínez Chaverra, J.** *Situación actual y perspectivas del mercado de la mora.* ECONOMIC RESEARCH SERVICE-ERS. Componente de Agronegocios- Programa MIDAS. 2009. pág. 2.
6. **Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario, Agronet.** Destino de las exportaciones del sector agropecuario 1991-2014. [En línea] 2014.
http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/excepcionesNuke/cargaNet/netcarga124.aspx?cod=124&fechaF_year=2014&submit=Ver+Reporte&reporte=Destino+de+las+exportaciones+del+sector+agropecuario+por+producto&file=20069615527_ReportComercioExpoProducto.rpt&codigo=124&.

7. **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.** Reporte de Producción de mora en Colombia, 2010-2011. *AGRONET.* [En línea] 2011. http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/ReportesAjax/parametros/reporte16_2011.aspx?cod=16..
8. **Plan Frutícola Nacional.** *Diagnóstico y análisis de los recursos para la fruticultura en Colombia.* Valle del Cauca, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural., Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola., Asociación Hortofrutícola de Colombia., Sociedad de Agricultores & Ganaderos del Valle del Cauca. Cali : s.n., 2006. págs. 40-41.
9. *Variables determinantes de la madurez comercial en la mora de Castilla (Rubus Glaucus Benth).* **Ayala Sánchez, L. C., Valenzuela Real, C. P. y Bohórquez Pérez, Y.** 2013, *Scientia Agroalimentaria.*, Vol. I, págs. 39-40. Recuperado de [http://revistas.ut.edu.co/index.php/scientiaagro/article/view/8. .](http://revistas.ut.edu.co/index.php/scientiaagro/article/view/8.)
10. *Rendimiento y calidad la fruta en mora de castilla (Rubus glaucus Benth), con y sin espinas, cultivada en campo abierto en Cajicá (Cundinamarca, Colombia).* **Grijalba, C. M., Calderón, L. A. y Pérez, M. M.** 2010, Facultad de Ciencias Básicas, 6(1)., págs. 24-41. Recuperado de <http://conectarural.org/sitio/material/rendimiento-y-calidad-de-la-fruta-en-mora-de-castilla-rubus-glaucus-benth-con-y-sin-espinas..>
11. **Pérez Moncada, U. A.** *Evaluación de un sistema para la micorrización in vitro en plantas de mora de Castilla (Rubus glaucus).* Cundinamarca, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá : s.n., 2011. Tesis de maestría.
12. **Asamblea departamental de Risaralda.** *Por la cual se adopta el plan departamental de desarrollo para el periodo 2012-2015: "Risaralda: unida, incluyente y con resultados", y se dictan otras disposiciones".* 2012. págs. 54-55. <http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=5&ved=0CD0QFjAE&url=http%3A%2F%2Fdim.esap.edu.co%2FBancoMedios%2FDo>

cumentos%2520PDF%2Frisaraldapd20122015.pdf&ei=oJtdU_L3M8nlsATkqIHIBg
&usg=AFQjCNEhveCsWmhRgibM-A-CCY_yVQgtrw. .

13. **Espinosa B., N., y otros.** *Evaluación agronómica, nutricional y selección participativa de materiales de mora en Silvania, Cundinamarca.* Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. Mosquera : Produmedios, 2009. págs. 34-42. Recuperado de http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2009122101453_caracterizacion_mora.pdf.

14. *Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (Rubus glaucus benth) en seis estados de madurez.* **Ayala S., L. C., Valenzuela L., P. C. y Bohorquez P., Y.** 2, Ibagué : s.n., Julio-Diciembre de 2013, Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Vol. XI, págs. 10-18. Disponible en medio magnético.

15. **López G., A. M. y Marulanda A., M. L.** Establecimiento de parcelas de investigación participativa para evaluación de materiales de siembra en mora de castilla. [aut. libro] M. L. Marulanda A., y otros. *Biodiversidad y biotecnología en laa evaluación y selección de cultivares promisorios de mora de castilla.* Pereira. : Publiprint Ltda., 2011., págs. 121-145.

16. **Guerreo, G. E.** *BIOPROSPECCIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS CON VALOR NUTRACÉUTICO EN LOS MATERIALES CULTIVADOS DE MORA EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA.* CENIREC – UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA-GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE OLEOQUÍMICA, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. 2013. Informe técnico final. Disponible en medio magnético.

17. **Marulanda A., M. L., y otros.** *Biodiversidad y Biotecnología en la evaluación y selección de cultivares promisorios de mora de castilla.* Primera edición. Dosquebradas : Publiprint Ltda., 2011.

18. **Ministerio de Agricultura. Fundación para la Innovación Agraria.** *Estrategia de de innovación agraria para la producción de berries.* Santiago de Chile : Ograma S.A., 2002. págs. 9-10.
19. **Franco, G. y Giraldo C., M. J.** *El cultivo de la mora.* [ed.] CORPOICA REGIONAL 9. Quinta edición. Manizales : s.n., 2001. págs. 1-2, 9-11, 33-49, 59, 61, 63, 65-66. ISBN 958-96720-0-0.
20. **Osorio D., D. L. y Roldán G., J. C.** Producción de mora. *Volvamos al campo.* [Libro]. s.l. : Grupo Latino Ltda., 2003. págs. 5-7, 20,28. ISBN 958-96086-9-8-X.
21. **Herbario. Universidad de Antioquia.** Mora de castilla - Mora andina - Rubus glaucus Benth. *Banco de objetos, de aprendizaje y de información.* Medellín : s.n., 2008. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/ova/?q=node/519>.
22. **García M., M. C. y García B., U. R.** *Manejo, cosecha y postcosecha de mora, lulo y tomate de árbol.* [ed.] CORPOICA. Centro internacional de agricultura tropical CIAT. Participatory Research and Gender Analisys PRGA. Bogotá : s.n., 2001.
23. **Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.** Tabla de composición de alimetos colombianos: Bienestar Familiar. *sitio Web de Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.* [En línea] Recuperado de http://alimentoscolombianos.icbf.gov.co/alimentos_colombianos/principal_alimento.asp?id_alimento=419&enviado3=1.
24. **Cabezas C., M.** *Evaluación nutritiva y nutracéutica de la mora de castilla (Rubus glaucus) deshidratada a tres temperaturas por el método de secado en bandejas.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba : s.n., 2008. págs. 17-18, 24-25, Tesis de grado para obtener el título de Bioquímico Farmacéutico. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/200/1/56T00172.pdf>.

25. **Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC-NTC 4106.** *Frutas frescas. Mora de Castilla. Especificaciones.* Bogotá D.C : Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC., 1997. Recuperado de <http://tienda.icontec.org/brief/NTC4106.pdf>.
26. **De La Rotta, F. M.** *Enfermedades de la Mora de Castilla.* Ministerios de Agricultura y Desarrollo rural, ICA, división de sanidad vegetal. Bogotá, D. C. : PRODUMEDIOS, 2001. págs. 5-32, Boletín de sanidad vegetal 34.
27. **Bornemisza, E.** *Introducción la química de los suelos.* s.l. : Publicación Estados Unidos Organización de Estados Americanos, 1982. pág. Introducción. ISBN: 0827016999.
28. **Fassbender, H. W.** *Química de los suelos.* Primera. Turrialba : IICA, 1975. Recuperado de <http://books.google.com.co/books?id=EtIOAQAIAAJ&pg=PA1&lpg=PA1&dq#v=onepage&q&f=false> .
29. **Bello U., M. A. y Pino Q., M. T.** *Preparación de suelos.* Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arenas : s.n., 2000. pág. 7, Boletín INIA N° 18. Recuperado de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR25629.pdf>.
30. **Graetz, H. A.** *Suelos y fertilización. Manual para educación agropecuaria.* s.l. : Educación Trillas, 2000. ISBN: 968-3686-9.
31. **Lamus S., J. Y. y Valderrama R., M. L.** *Formulación de una propuesta para la recuperación de las propiedades fisicoquímicas de un suelo degradado debido al cultivo de piña en el municipio de Lebrija-Santander.* Santander, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. : s.n., 2009. págs. 19-20, Monografía. . Recuperado de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7068/2/132157.pdf>.

32. *Actas del III Seminario Internacional de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos*. **Tolón B., A.** [ed.] Universidad Almería. 2009. Vol. 139, pág. 153. Recuperado de http://books.google.com.co/books?id=FxXON_kLXQC&dq=La+materia+org%C3%A1nica+en+el+suelo+es+una+mezcla+heterog%C3%A9nea+de+residuos&hl=es&source=gbs_navlinks_s. ISBN: 8482409344.

33. *Variabilidad espacial de la materia orgánica en un suelo dedicado al cultivo de cebada maltera (Hordeum distichum L.)*. **Méndes P., J., Prieto G., F. y Acevedo , O. A.** 71, Medellín : s.n., Junio de 2014, Revista Facultad Ingeniería Universidad de Antioquia, págs. 141-152. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/ingenieria/article/view/14020>.

34. **Granados , J.** *Características y contaminación de suelos sulfatados ácidos (SSA) en el municipio de Guachetá, Cundinamarca, Colombia*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá D.C. : s.n. pág. 6, Diplomatura en estudios avanzados. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/352001/DOCTORADO_DEA_2_INVESTIGACION_CHARACTERIZACION_SSA_GUACHETA_CUNDINAMARCA_COLOMBIA_corregido_.pdf.

35. **Intitulo Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC 5403.** *Calidad del suelo: Determinación del Carbono Orgánico*. Bogotá D.C. : Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, 2013. Recuperado de http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Ftienda.icontec.org%2Fbrief%2FNTC5403.pdf&ei=w-uZU76sNLbMsQS-z4CoAw&usg=AFQjCNF_TGCTNlePNiMD961NOhjlprk1mQ..

36. **Sánchez V., J.** *Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas, conceptos básicos*. *Fertilidad del suelo*. Fertifec S.A. Recupero de <http://academic.uprm.edu/dpesante/docs-apicultura/fertilidad%20del%20suelo.pdf>.

37. **Guzmán P., L. C.** *Estudio Bromatológico y Microbiológico del Mucílago de Aloe vera y de Fertilidad del Suelo de los Cultivos Ubicados en el Corregimiento de la Florida, municipio de Pereira, departamento de Risaralda.* Facultad de Tecnologías. Escuela de Química., Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira : s.n., 2012. págs. 49-50, Tesis pr optar al título de Tecnólogo Químico. Disponible en medio magnético..
38. **Fernández L., L. C., y otros.** *Manul de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados.* México D.F. : s.n., 2006. págs. 19, 27, 30-31, 35-36. Recuperado de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/509.pdf>. ISBN: 968-489-039-7.
39. **Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC 5264.** *Calidad del suelo: Determinación del pH.* Bogotá D.C. : Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC., 2008. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/50503752/NTC5264..>
40. **Association of Officil Analytica Chemists, AOAC.** *Official Methods of Analysis of AOAC International, 955.04-B.* Décimo octava. Gaithersburg : s.n., 2005.
41. **Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC 5889.** *Calidad del suelo: Determinación del nitrógeno total.* Bogotá D.C : Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, 2011. Recuperado de <http://tienda.icontec.org/brief/NTC5889.pdf>.
42. *Evaluación de los parámetros de calidad para la determinación de fósforo disponible en suelos.* **García G., J. y Ballesteros, M. I.** 35, 2006, Revista Colombiana de Química, Vol. I, págs. 81-89. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309026667006>. ISSN: 0120-2804.
43. **Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC 5350.** *Calidad del suelo: Determinación de Fósforo disponible.* Bogotá D.C. : Instituto

Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, 2005. Recuperado de http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Ftienda.icontec.org%2Fbrief%2FNTC5350.pdf&ei=3PCZU_v1I6qzsAToxoAQ&usg=AFQjCNEuvFvbGUHQXCYjx0alv5lgJtj18Q.

44. **Carrillo P, I. F.** *Manual de Laboratorio de Suelos*. Departamento de Biología y Suelos. Sección de Química Agrícola, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe. Chinchiná : s.n., 1985. págs. 8-10, 20-23, 30-32, 54-58, 64-65, Manual.

45. **Khalajabadi S., S.** *Efecto de los cambios en las relaciones de Calcio, Magnesio y Potasio intercambiables en suelos de la zona cafetera Colombiana sobre la nutrición de caafé (Coffea arabica L.) en la etapa de almácigo*. Universidad Nacional de Colombia. Medellin : s.n., 2012. Requisito parcial para optar al título de Doctor en ciencias agrarias. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/5723/1/16077856.2012.pdf>.

46. **Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC 5349.** *Calidad del suelo: Determinación de las bases intercambiables: los cationes Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio. Método de extracción con Acetato de Amonio 1 N y pH 7*. Bogotá D.C : Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC., 2008. Recuperado de http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Ftienda.icontec.org%2Fbrief%2FNTC5349.pdf&ei=p--ZU__5M5LgsASOiYDQBQ&usg=AFQjCNEtO047uNivWRF-Ggq64ibqGFhcdg.

47. **Núñez D., P. M., Galván R., C. M. y Durán , A.** *Estrés nutricional de las plantas. Fisiología vegetal ambiental*. 2009. Recuperado de <http://rodas.us.es/file/964677bf-80be-9135-8064->

2ec958533780/1/estes_nutricional_texto_SCORM.zip/files/estres_nutricional_texto.pdf.

48. **Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC 5263.** *Calidad del suelo: Determinación de la acidez intercambiable.* Bogotá D:C : Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC , 2004. Recuperado de <http://tienda.icontec.org/brief/NTC5263.pdf>.

49. **Bernal de Ramírez, I.** *Análisis de Alimentos.* Santafé de Bogotá D.C. : Gudalupe Ltda., 1993. págs. 2-12. ISBN: 958-9205-00-3.

50. **Montoya N., C. H.** *Manual de Laboratorio de Análisis de Alimentos.* Tecnología Química. Análisis de limentos., Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira : s.n., 2013. págs. 20-42. Disponible en medio magnético.

51. **Matissek , R., Schnepel, F. y Steiner, G.** *Análisis de los Alimentos. Fundamentos-Métodos-Aplicaciones.* [trad.] O. López B. Zaragoza : Acribia S.A., 1998. págs. 4-11, 15-17, 22-25, 32-35, 93-99. ISBN: 84-200-0850-8.

52. **Laboratorio de Análisis de Alimentos I. Departamento de Alimentos y Biotecnología. Facultad de Química. UNAM.** *Fundamentos y Técnicas de Análisis de Alimentos.* 2007-2008.

53. **Association of Official Analytica Chemists, AOAC.** *Official Methods of Analysis of AOAAC International, 931.04.* Décimo octava. Gaithersburg : s.n., 2005.

54. —. *Official Methods of Analysis of AOAC International, 985.35-A.* Décimo octava. Gaithersburg : s.n., 2005.

55. **Nielsen , S. S.** *Análisis de los Alimentos. Manual de Laboratorio.* Zaragoza : Acribia S.A., 2007. págs. 29, 39.

56. **Association of Analytica Chemists, AOAC.** *Official Methods of Analysis of AOAC International, 920.152.* Décimo octava. Gaithersburg : s.n., 2005.

57. **Association of Official Analytical Chemists, AOAC.** *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 963.15. Décimo octava. Gaithersburg : s.n., 2005.
58. **THE AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY.** *Selectos Métodos Oficiales y Prácticas Recomendadas de la AOCS.* Champaign, Illinois, Estados Unidos : s.n. ISBN: 0-935315-88-8.
59. **Oliveira P, J. A., Afif K, E. y Mayor L, M.** *Análisis de suelos y plantas y recomendaciones de abonado.* 2006. págs. 52-55. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=5owJ6JS0txAC&pg=PA52&dq=hierro+en+plantas&hl=es&sa=X&ei=QFKIVK3LF4SbNsmNg4gD&ved=0CCoQ6AEwAw#v=onepage&q=hierro%20en%20plantas&f=false>. ISBN 8483175673, 9788483175675.
60. **Association of Official Analytical Chemists, AOAC.** *Official Methods of Analysis of AOAC International* 999.11. Décimo octava. Gaithersburg : s.n., 2005.
61. **Pascual A., M. R. y Calderón y P., V.** *Microbiología Alimentaria: Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas.* s.l. : Ediciones Díaz de Santos, 1999. págs. Introducción XI, 13-20, 41-43, 49-55, 77-79, 87-89. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=9Elfkks8uxMC&pg=PA13&dq=mes%C3%B3filos+en+alimentos&hl=es&sa=X&ei=uXCHVOTGCliiNqqMgNAG&ved=0CBoQ6AEwAA#v=onepage&q=mes%C3%B3filos%20en%20alimentos&f=false>. ISBN: 8479784245, 9788479784249.
62. **Toro, D. R.** *Manual para la Introducción al Laboratorio de Microbiología.* Universidad de Caldas. pág. 8. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=KjwNmqlz5-YC&pg=PA61&dq=mes%C3%B3filos+en+alimentos&hl=es&sa=X&ei=uXCHVOTGCliiNqqMgNAG&ved=0CCEQ6AEwAQ#v=onepage&q=mes%C3%B3filos%20en%20alimentos&f=false>. ISBN: 9588231574, 9789588231570.
63. **Hernandez G., A.** *Tratado de nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos.* [ed.] M. D. Ruiz L. Segunda. Madrid : Médica Panamericana, 2010. pág.

658. Vol. II, Recuperado de https://books.google.com.co/books?id=hcwBJ0FNvqYC&dq=microorganismos+patogenos+en+alimentos&hl=es&source=gbs_navlinks_s. ISBN 8498353475, 9788498353471.

64. **Bravo, M. F.** *El manejo higiénico de los alimentos. Guía para la obtención del distintivo H.* [ed.] Grupo Noriega Editores. s.l. : Limusa S.A de C.V., 2007. págs. 97-98. ISBN: 9789681863081.

65. **Ramírez A., L S.** *Manual de Microbiología. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de tecnología, Programa de Tecnología Química.* Pereira : s.n. págs. 44-77. Disponible en medio magnético.

66. **Cano R., S.** *Métodos de Análisis Microbiológico. Normas ISO, UNE.* Alianza Calidad-Departamento de formación., Universidad de Pamplona. 2006.

67. **Alarcón, L. R.** *Manual de prácticas de Microbiología básica y Microbiología de alimentos. Programa de Nutrición.* 2001. págs. 93-94. Recuperado de Google Books. ISBN: 9687845287.

68. **Gil H., A.** *Tratdo de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos.* s.l. : Médica Panamericana, 2010. pág. 662. Vol. II, Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=hcwBJ0FNvqYC&pg=PT689&dq=staphylococcus+aureus+en+alimentos&hl=es&sa=X&ei=DLMHVI6gHMWbgwTE4KoBg&ved=0CB8Q6AEwAQ#v=onepage&q=staphylococcus%20aureus%20en%20alimentos&f=false>. ISBN: 8498353475, 9788498353471.

69. **Corporación Autónoma Regional de Risaralda, CARDER.** Sistema de Información Ambiental y Estadístico SIAE: Corporación Autónoma Regional de Risaralda, CARDER. *sitio web de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda, CARDER.* [En línea] 2013. <http://siae.carder.gov.co/>.

70. **Sistema de Información Ambiental y Estadístico SIAE.** Sistema de Información Ambiental y Estadístico SIAE: CARDER. *Sitio web de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda, CARDER.* [En línea] 22 de Marzo de 2013. <http://siae.carder.gov.co/>.
71. **Alcaldía de Pereira.** Localización: Alcaldía de Pereira. *Sitio web de la Alcaldía de Pereira.* [En línea] http://www.pereira.gov.co/es/ipaginas/ver/G432/102/asi_somos/.
72. **Alcaldía de Santa Rosa de Cabal.** Nuestro municipio: Alcaldía de Santa Rosa de Cabal. *Sitio web de la Alcaldía de Santa Rosa de Cabal.* [En línea] 7 de Septiembre de 2012. http://www.santarosadecabal-risaralda.gov.co/informacion_general.shtml.
73. **de Bustos, M. E.** Muestreo de Suelos: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.* [En línea] <http://inta.gob.ar/documentos/muestreo-de-suelos-1>.
74. **Rodriguez, Y.** *Guía para la toma de muestras de suelos.* Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Recuperado de http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Servicios/Documentos/GUIA_PARA_LA_TOMA_DE_MUESTRAS_DE_SUELOS_CORPOICA-FEDEGAN.pdf.
75. **Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC-NTC 756.** *Frutas y Hortalizas frescas: Toma de muestras.* Bogotá D.C.: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC., 1977. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC-NTC 756 (1977). Frutas y hortalizas frescas: Toma de muestras. Bogotá D.C, Colombia. Editorial: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC. Recuperado de <http://www.goo>.
76. **Castells, X. E.** *Aprovechamiento de residuos agrícolas y forestales.* s.l.: Ediciones Díaz de Santos, 2012. Recuperado de

https://books.google.com.co/books?id=DPpBMD-fVdUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. ISBN: 978-84-9969-366-8.

77. **Kass, D. C. L.** *Fertilidad de Suelos*. Recuperado de https://books.google.com.co/books?id=sRua411JhvgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. ISBN: 9977648891.

78. **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.** *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. [ed.] Food & Agriculture Org. Roma : s.n., 2000. Vol. Volumen VIII de Boletín de tierras y aguas de la FAO. ISBN: 9253044179, 9789253044177.

79. **Sánchez, P. A.** *Suelos del trópico: características y manejo*. [ed.] IICA Biblioteca. Primera edición. San José : s.n., 1981. Vol. Número 48 de Serie de libros y materiales educativos. ISBN: 9290390174.

80. **Campillo R., R. y Sadzawka R., A.** La acidificación de los suelos. Origen y mecanismos involucrados. Recuperado de www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33853.pdf.

81. **De las Salas, G.** *la materia orgánica del suelo*. 1979. Recuperado de https://books.google.com.co/books?id=OPoOAQAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

82. **Vallejo Ch., M. A.** *La gestión de riesgo en Colombia como herramienta de intervención pública*. Primera edición. Quito : Ediciones Abya-Ayala, 2010. Recuperado de https://books.google.com.co/books?id=YtaQybzGX20C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

83. **Mora L., I.** *Introducción a la química ambiental*. [ed.] Reverte. págs. 326-327. Recuperado de Google Books. ISBN: 9788429179071, 8429179070.

84. **Miller , J. N: y Miller, J. C.** *Estadística y Quimiometría para Química Analítica.* [ed.] I. Capella. Cuarta. Madrid : Pearson Educación S.A, 2002. ISBN 84-209-3514-1.
85. **Mongay F, C.** *Quimiometría.* Valencia : Guada Impresores, S.L., 2005. ISBN 84-370-5423-2.
86. **Farinango T., M. E.** *Estudio de la fisiología postcosecha de la mora de castilla (Rubus glaucus Benth) y de la mora variedad brazos (Rubus sp.).* Facultad de ingeniería química y agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional. Quito : s.n., 2010. Proyecto previo a la obtención del título de ingeriera agroindustrial. Disponible en medio magnético..
87. **Recinto Universitario de Mayagüez. Universidad de Puerto Rico.** Interpretación de Análisis de suelos. AGRO 4037 - Fertilidad de suelos y Abonos. *Interpretación de Análisis de suelos.* [En línea] http://academic.uprm.edu/dsotomayor/agro4037/handouts/Interp_Anal_Suelos_1.pdf.
88. **Cuesta M., P. A., y otros.** *Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción Bovina de las regiones del Caribe y valles Interandinos.* [ed.] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Primera edición. Bogotá : s.n., 2005. ISBN: 958-8210-79-8.
89. **Martínez A., F. A.** *Aspectos a tener en cuenta en la formulación de fertilizaciones de cultivos basados en la interpretación de los análisis químicos de suelos.* Facultad de Ingeniería. Área de ingeniería agrícola y de recursos hídricos., Universidad del Valle. Santiago de Cali : s.n., 2011. Curso de Fisiología Vegetal.
90. **Ministerio de Salud y Protección Social.** *Resolución 3929 de 2013.* 2013. Disponible en medio magnético.

ANEXOS

ANEXO 1. Prueba de normalidad SHAPIRO-WILKS aplicada a los valores obtenidos en el características físicas de frutos maduros de *Rubus glaucus Benth* sin espinas cultivados en Pereira y Santa Rosa de cabal del departamento de Risaralda.

- **Longitud Polar**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,90	10	0,3540
La Bella	0,90	10	0,3314

- **Longitud Ecuatorial**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,73	10	0,0012
La Bella	0,73	10	0,0012

- **Peso**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,93	10	0,6208
La Bella	0,92	10	0,5278

ANEXO 2. ANOVA de las características físicas de frutos de *Rubus glaucus Benth* sin espinas cultivados en Pereira y Santa Rosa de cabal del departamento de Risaralda.

LONGITUD POLAR						
Madura						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,04512	1	0,04512	0,83	0,3730	4,41387
Intra-grupos	0,97317	18	0,05407			
Total	1,01829	19				

LONGITUD ECUATORIAL						
Madura						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	$6,6 \times 10^{-16}$	1	$6,66 \times 10^{-16}$	$6,5 \times 10^{-16}$	1,0000	4,41387
Intra-grupos	1,81975	18	0,10110			
Total	1,81975	19				

PESO						
Madura						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	4,99720	1	4,99720	8,75	0,0084	4,41387
Intra-grupos	10,28246	18	0,57125			
Total	15,27966	19				

ANEXO 4. Análisis de fertilidad de suelos de la finca El Porvenir del municipio de Pereira (corregimiento La Bella).

**SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
INFORME DE ENSAYO SUELOS**

Código 123-LAS-F02
Versión 1
Fecha 20/03/2013
Página 1 de 1

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS Y FOLIARES

Solicitante GLORIA EDITH GUERRERO
 Finca LA CARMELITITA
 Departamento RISARALDA
 Municipio PEREIRA
 Vereda LA BELLA
 Teléfono _____

Tipo de muestra SUELO
 Tipo de análisis FERTILIDAD
 Número de muestras 2
 Cultivo MORA

Fecha de ejecución del ensayo JULIO 2, LA 5 DE 2013
 Fecha de impresión JULIO 5 DE 2013
 # de Registro 322-323
 Fecha de registro JUNIO 28 DE 2013

#Registro	Lote	mg/100 g Suelo										partes por millón			mg/kg de		Textura		
		p.H	N	M.O*	K	Ca	Mg	Al	P	Fe	Mn	Zn	Cu	B	S	C.I.C		C.E	
322	MORA SIN ESPINAS	4.8	0.45	11.4	0.28	1.4	0.4	0.9	5	***	***	***	***	***	***	***	***	***	Arcilloso
323	MORA CON ESPINAS	5.9	0.32	7.5	0.36	4.6	1.6	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	Franco Arcilloso

RELACIONES

#Registro	(K:Ca:Mg)	Mg/K	Ca/Mg	Ca/K	Ca/(Mg+K)	%C	%Min	Da	Dr	%Porosidad	Retención Humedad (1/3atm)	Retención Humedad (15atm)
322	1 5 1	1.4	3.6	5.0	2.1	6.6	14.7	0.60	2.09	71	66	46
323	1 13 4	4.4	2.9	12.8	2.4	4.4	13.8	0.84	2.26	63	51	35

Min= %Mineralización
 Da= Densidad aparente
 Dr= Densidad relativa

METODOLOGIAS

- Muestra seca a 60°C durante 48 horas.
- Extracción de P con Pólvora comercial en agua (1:1)
- Materia Orgánica (M.O) Walkley-Black Fotométrico
- Fósforo (P) Bray II. Fotométrico
- Boro (B), Ca, Mg, Mn, Acetato de Amonio. Absorción Atómica
- Aluminio. Extracción KCl. Volumétrica.
- Si pH > 6 a 5.2
- Micros (Fe, Mn, Zn, Cu) Acetato de Amonio + EDTA. Absorción Atómica
- Boro (B) Extracción con Fosfato monocalcico. Azometina H. Fotométrico
- Azufre (S) Extracción con Fosfato monocalcico. Turbidimétrico
- Tanino Al hecho
- Sulfatos. Pauta salina con agua. Absorción Atómica
- Condiciónde Saturación (C.E) Pauta salina con agua. Condiciónde Saturación
- Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C) Volumétrica

*El laboratorio se hará responsable del manejo de la muestra, una vez ingrese al mismo.
 *Los análisis fueron realizados en las condiciones ambientales del laboratorio.
 *Este resultado hace referencia única y exclusivamente a la muestra analizada.
 *Este reporte expresa fielmente el resultado de los análisis realizados.
 *No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto por escrito y con autorización del laboratorio.
 *Este reporte es confidencial entre el cliente y el Laboratorio de Suelos de la U.T.P.

[Firma]
 Coordinador Laboratorio de Análisis de Suelos y Foliar:
GERMAN ANTONIO MUNERA VELEZ

[Firma]
 Analista
 Lab. De Laboratorio de Suelos y Foliar:
DIANA CAROLINA MEZA S.

ANEXO 6. Escala de pH del suelo y sus efectos esperables en la disponibilidad de minerales (80).

TÉRMINO DESCRIPTIVO	RANGO DE PH EN AGUA	EFFECTOS ESPERABLES
Extremadamente ácido	< 4,5	Condiciones muy desfavorables
Muy fuertemente ácido	4,5-5,0	Toxicidad de Al ⁺³ y exceso de Co, Cu, Fe, Mn y Zn. Deficiencia de Ca, K, N, Mg, Mo, P, S. Actividad bacteriana escasa
Fuertemente ácido	5,1-5,5	
Moderadamente ácido	5,6-6,0	Adecuado para la mayoría de los cultivos
Ligeramente ácido	6,1-6,5	Máxima disponibilidad de nutrientes
Neutro	6,6-7,3	Mínimos efectos tóxicos. Bajo pH 7,0 no hay carbonato de calcio
Ligeramente alcalino	7,4-7,8	Suelos generalmente con CaCO ₃
Moderadamente alcalino	7,9-8,4	Disminuye la disponibilidad de P. Deficiencia creciente de Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Clorosis férrica
Fuertemente alcalino	8,5-9,0	En suelos no sódicos, puede haber MgCO ₃ . Mayores problemas de clorosis férrica. Toxicidad de B
Muy fuertemente alcalino	>9,0	Presencia de Carbonato de sodio. Suelo sódico. Toxicidad de B y Na. Deficiencia de micronutrientes excepto Mo. Actividad microbiana escasa. Condiciones muy desfavorables.

ANEXO 7. Resultado de prueba de normalidad SHAPIRO-WILKS aplicada a los valores obtenidos en el análisis proximal de frutos maduros y con daño fitopatológico de *Rubus glaucus Benth* sin espinas cultivados en Pereira y Santa Rosa de cabal del departamento de Risaralda.

MADURA

- **Humedad**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,79	3	0,0858
La Bella	0,85	3	0,2396

- **Cenizas**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,95	3	0,5704
La Bella	0,93	3	0,4889

- **Grasa**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,98	3	0,7445
La Bella	0,85	3	0,2286

- **Proteína**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,81	3	0,1496
La Bella	0,86	3	0,2552

- **Fibra cruda**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,84	3	0,2207
La Bella	0,97	3	0,6880

- **Potasio**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,91	3	0,3985
La Bella	0,95	3	0,5699

- **Magnesio**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,97	3	0,6496
La Bella	0,86	3	0,2788

- **Calcio**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,78	3	0,0559
La Bella	0,91	3	0,4239

- **Hierro**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,93	3	0,4878
La Bella	0,87	3	0,2876

- **Cobre**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,81	3	0,1359
La Bella	0,85	3	0,2284

CON DAÑO FITOPATOLÓGICO

- **Humedad**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,84	3	0,2200
La Bella	1,00	3	0,9382

- **Cenizas**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,96	3	0,5938
La Bella	0,97	3	0,6770

- **Grasa**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,93	3	0,5041
La Bella	0,95	3	0,5480

- **Proteínas**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,78	3	0,0708
La Bella	0,98	3	0,7124

- **Fibra cruda**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,91	3	0,4225
La Bella	0,89	3	0,3642

- **Potasio**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,78	3	0,0628
La Bella	1,00	3	0,9625

- **Magnesio**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,93	3	0,4997
La Bella	0,88	3	0,3348

- **Calcio**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,84	3	0,2260
La Bella	0,99	3	0,8230

- **Hierro**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,98	3	0,7329
La Bella	0,95	3	0,5713

- **Cobre**

Municipio	w*	Grados de libertad	Sig.
Santa Rosa	0,95	3	0,5843
La Bella	0,98	3	0,7461

ANEXO 8. ANOVA para el análisis bromatológico de frutos maduros y con daño fitopatológico de *Rubus glaucus Benth* sin espinas cultivados en Pereira y Santa Rosa de cabal del departamento de Risaralda.

HUMEDAD						
Madura						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	3,80010	1	3,80010	5,96	0,0711	7,70865
Intra-grupos	2,55058	4	0,63764			
Total	6,35068	5				
Enferma						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,00083	1	0,00083	0,0032	0,9575	7,70865
Intra-grupos	1,03272	4	0,25818			
Total	1,03355	5				
CENIZAS						
Madura						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,01459	1	0,01459	22,22	0,0092	7,7086
Intra-grupos	0,00260	4	0,00066			
Total	0,01722	5				
Enferma						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,03821	1	0,03821	3,81	0,1225	7,70865
Intra-grupos	0,04006	4	0,01001			
Total	0,07827	5				
GRASA						
Madura						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,00017	1	0,00017	1,46	0,2934	7,70865
Intra-grupos	0,00046	4	0,00011			
Total	0,00063	5				
Enferma						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F

Inter-grupos	0,00058	1	0,00058	6,52	0,0631	7,70865
Intra-grupos	0,00035	4	0,00009			
Total	0,00093	5				

PROTEÍNA						
Madura						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,71864	1	0,71864	117,27	0,0004	7,70865
Intra-grupos	0,02451	4	0,00613			
Total	0,74315	5				
Enferma						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,43913	1	0,43913	10,78	0,0304	7,70865
Intra-grupos	0,16294	4	0,04073			
Total	0,60207	5				

FIBRA						
Madura						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	2,94210	1	2,94210	67,08	0,0012	7,70865
Intra-grupos	0,17543	4	0,04386			
Total	3,11753	5				
Enferma						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	1,58960	1	1,58960	59,00	0,0015	7,70865
Intra-grupos	0,10777	4	0,02694			
Total	1,69737	5				

POTASIO						
Madura						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,44733	1	0,44733	10,07	0,0337	7,70865
Intra-grupos	0,17761	4	0,04440			
Total	0,62494	5				
Enferma						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,30560	1	0,30560	0,91	0,3942	7,70865
Intra-grupos	1,34353	4	0,33588			
Total	1,64913	5				

MAGNESIO						
Madura						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,00583	1	0,00583	6,77	0,0600	7,70865
Intra-grupos	0,00345	4	0,00086			
Total	0,00928	5				
Enferma						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,00028	1	0,00028	0,13	0,7355	7,70865
Intra-grupos	0,00858	4	0,00215			
Total	0,00887	5				
CALCIO						
Madura						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,04180	1	0,04180	12,18	0,0251	7,70865
Intra-grupos	0,01373	4	0,00343			
Total	0,05553	5				
Enferma						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,02385	1	0,02385	0,65	0,4667	7,70865
Intra-grupos	0,14776	4	0,03694			
Total	0,17161	5				
HIERRO						
Madura						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,00035	1	0,00035	1,19	0,3358	7,70865
Intra-grupos	0,00117	4	0,00029			
Total	0,00152	5				
Enferma						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,00086	1	0,00086	11,82	0,0263	7,70865
Intra-grupos	0,00029	4	0,00007			
Total	0,00116	5				
COBRE						

Madura						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,00033	1	0,00033	1,33	0,3126	7,70865
Intra-grupos	0,00100	4	0,00025			
Total	0,00134	5				

Enferma						
Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor	v. c para F
Inter-grupos	0,00338	1	0,00338	39,83	0,0032	7,70865
Intra-grupos	0,00034	4	0,00008			
Total	0,00372	5				

ANEXO 9. PRUEBA DE TUKEY aplicada a los valores obtenidos en el análisis bromatológico de frutos maduros y con daño fitopatológico de *Rubus glaucus Benth* sin espinas cultivados en Pereira y Santa Rosa de cabal del departamento de Risaralda.

Cenizas			
Muestra	Municipio	Valor de p	Diferencia honestamente significativa (95%)
Madura	Santa Rosa vs. La Bella	0,0986	0,06

Fibra			
Muestra	Municipio	Valor de p	Diferencia honestamente significativa (95%)
Madura	Santa Rosa vs. La Bella	1,4005	0,48
Enferma	Santa Rosa vs. La Bella	-1,0294	0,37

Proteína			
Muestra	Municipio	Valor de p	Diferencia honestamente significativa (95%)
Madura	Santa Rosa vs. La Bella	0,6922	0,18
Enferma	Santa Rosa vs. La Bella	0,5411	0,46

Potasio			
Muestra	Municipio	Valor de p	Diferencia honestamente significativa (95%)
Madura	Santa Rosa vs. La Bella	0,5461	0,48

Calcio			
---------------	--	--	--

Muestra	Municipio	Valor de p	Diferencia honestamente significativa (95%)
Madura	Santa Rosa vs. La Bella	-0,1669	0,13

Hierro			
Muestra	Municipio	Valor de p	Diferencia honestamente significativa (95%)
Enferma	Santa Rosa vs. La Bella	-0,0240	0,02

Cobre			
Muestra	Municipio	Valor de p	Diferencia honestamente significativa (95%)
Enferma	Santa Rosa vs. La Bella	-0,0475	0,02

ANEXO 10. Resolución 7992 de 1991 del Ministerio de Salud para pulpa de fruta sin tratamiento térmico, congelada o no. (90).

CALIDAD	NMP COLIFORMES FECALES – <i>E. Coli</i>	RECUESTO MOHOS Y LEVADURAS UFC/g	<i>Salmonella</i>
Buena (máx.)	Menor de 10	1000	Ausencia
Aceptable (máx.)	-	3000	-

ANEXO 11. Características fisicoquímicas de frutos maduros de *Rubus glaucus Benth* cultivada en Tolima (14).

PESO (g)	LONGITUD POLAR (mm)	LONGITUD ECUATORIAL (mm)	HUMEDAD (%)	CENIZAS (%)
6,85	27,29	18,81	86,89	0,53