



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO POSCOSECHA Y CUANTIFICACIÓN
DE LAS PÉRDIDAS EN MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* BENTH)
EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTORA

Evelyn Nataly Olivo Espinoza

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO POSCOSECHA Y CUANTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS EN MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus BENTH*) EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Ingeniera Agroindustrial y de Alimentos

Profeso Guía

Ph.D Wilson Arturo Vásquez Castillo

Autora

Evelyn Nataly Olivo Espinoza

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Caracterización del manejo poscosecha y cuantificación de las pérdidas en mora de castilla (*Rubus glaucus BENTH*) en la provincia de Tungurahua, a través de reuniones periódicas con el estudiante Evelyn Nataly Olivo Espinoza, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Wilson Arturo Vásquez Castillo

Doctor en Fisiología de plantas

CI: 1001186210

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Caracterización del manejo poscosecha y cuantificación de las pérdidas en mora de castilla (*Rubus glaucus BENTH*) en la provincia de Tungurahua, de la estudiante Evelyn Nataly Olivo Espinoza, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Mauricio Andres Racines Oliva

Doctor of Bioscience Engineering

CI: 1710902162

DECLARACIÓN DEL ASESOR CIENTÍFICO

"Declaro haber codirigido el trabajo de campo sobre, Caracterización del manejo poscosecha y cuantificación de las pérdidas en mora de castilla (*Rubus glaucus BENTH*) en el provincia de Tungurahua, con la estudiante Evelyn Nataly Olivo Espinoza, para un eficiente desarrollo del mismo.

Aníbal Arturo Martínez Salinas

Magister en Producción Agrícola Sustentable

CI:1707380752

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Evelyn Nataly Olivo Espinoza

CI: 1804452645

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por ser el apoyo y la base fundamental para formarme como profesional.

A mi profesor guía Wilson Vásquez por compartir sus conocimientos durante todo el proceso.

A INIAP y la Escuela Politécnica Nacional, por el apoyo con materiales indispensables para ejecutar el trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres por ser el apoyo fundamental para culminar esta meta de mi vida

RESUMEN

La mora de castilla es un cultivo de gran importancia en la Provincia de Tungurahua y a nivel Nacional. Es una fruta no climatérica con un alto valor comercial, sin embargo, es un producto que posee un alto grado de perecibilidad de modo que presenta daños que afectan la calidad de la fruta durante el manejo poscosecha.

En la actualidad existe una cantidad considerable de fruta que presenta alteraciones en sus características químicas y físicas. Por tal razón el objetivo del presente estudio es la caracterización del manejo poscosecha y cuantificación de las pérdidas en mora de castilla (*Rubus glaucus BENTH*), en fincas de productores ubicados en el cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua. Para esto se empleó un análisis estadístico de diseño de bloques completamente al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones, donde se evaluaron, en diferentes épocas de cosecha, variables que caracterizaron la calidad física y química de la fruta. Entre las variables físicas se evaluó el peso (g), tamaño (mm) y firmeza (gf), obteniendo como resultado que existieron diferencias estadísticas en la variable de firmeza (gf), donde mayo es la época de cosecha que se registró el menor valor (269.9 gf). Del mismo modo se evaluó las variables químicas como pH, acidez titulable y sólidos totales (Brix), obteniendo como resultado que la época de cosecha influye en la variable de sólidos totales (Brix), donde la fruta cosechada en septiembre y octubre presentaron mayor grado Brix con 12.4 y 12.5 respectivamente. Al igual que las variables de acidez, la época de mayo presentó el valor más alto de 2.93% y junio el de menor con 1.94 %. Simultáneamente se evaluaron las pérdidas en fruta ocasionadas por factores bióticos y abióticos, donde se analizó el peso de la fruta expresada en porcentaje de los daños ocasionados por microorganismos e insectos, frutos aplastados por manipulación y frutos mal llenados o incompletos, obteniendo como resultado pérdidas en peso que superaron el 2.3% y deterioros en el fruto que superan el 35.81%.

Palabras clave: *Rubus glaucus*, manejo poscosecha, calidad física y química, época de cosecha.

ABSTRACT

Andes berry fruit is a crop of great importance in the Tungurahua province and nationally. It is a non-climacteric fruit with a high commercial value, however, it is a product that has a high degree of perishability so it presents damages that affect the quality of the fruit during post-harvest and commercialization.

At present there is a considerable amount of fruit that presents alterations in its chemical and physical characteristics. For this reason, the objective of this study is the characterization of postharvest and quantification of losses in la mora de castilla (*Rubus glaucus* BENTH), in farms of producers located in Canton Tisaleo, Tungurahua province. For this, a randomized block design statistical analysis was carried out with 6 treatments and 3 repetitions, where variables that characterized the physical and chemical quality of the fruit were evaluated at different harvest times. Among the physical variables were evaluated the weight (g), size (mm) and firmness (gf), where May is the harvest season that recorded the lowest value (269.9 gf). In the same way, the chemical variables such as pH, titratable acidity and total solids (Brix), obtaining as a result that the harvest time infers in the variable of total solids (Brix), where the harvested fruit in September and October presented higher Brix grade with 12.4 and 12.5 respectively. Like the acidity variables, May season presented the highest value of 2.93% and June the lowest with 1.94%. Simultaneously, the losses in fruit caused by biotic and abiotic factors were evaluated, where the weight of the fruit was analyzed, expressed as a percentage of the damages caused by microorganisms and insects, fruits crushed by manipulation and misplaced or incomplete fruits, obtaining as a result losses in weight that exceeded 2.3% and deteriorations in the fruit that surpass 35.81%.

Key words: *Rubus glaucus*, postharvest, warm physics and chemistry, harvest time

ÍNDICE

1. Introducción	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problemática del manejo poscosecha	2
1.3 Justificación	3
1.4 Alcance	3
1.5 Objetivos.....	4
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.1 Objetivos específicos	4
1.6 Hipótesis	4
2. Revisión de literatura	4
2.1 Origen del cultivo de mora de castilla.....	4
2.2 Descripción botánica de la planta.....	5
2.3 Requerimiento agroecológico.....	5
2.3 Situación del cultivo en el Ecuador.....	6
2.4 Composición química	6
2.5 Consideraciones a tener en cuenta para el manejo poscosecha del fruto	8
2.5.1 Madurez	8
2.5.2 Cosecha	9
2.5.3 Empaque.....	9
2.5.4 Almacenamiento.....	9
2.5.5 Transporte.....	10
2.6 Calidad física del fruto	10
2.6.1 Tamaño	10
2.6.2 Firmeza	10
2.6.3 Peso unitario	11
2.7 Calidad química del fruto	11
2.7.1 Sólidos solubles	11
2.7.2 Acidez titularle.....	11
2.7.3 pH.....	11

2.8 Deterioro de la fruta por agentes bióticos.....	12
2.8.1 Plagas	12
2.8.2 Enfermedades.....	12
2.9 Control fitosanitario.....	13
2.9.1 Podas y despuntes.....	13
2.9.2 Sistemas de tutorado	14
3. Materiales y Métodos	14
3.1 Materiales	14
3.1.1. Material vegetativo	15
3.2 Metodología.....	15
3.2.1 Ubicación del estudio	16
3.2.2 Análisis estadístico.....	16
3.2.3 Análisis funcional.....	17
3.4 Variables.....	17
3.4.1 Peso del fruto individual (g).....	18
3.4.2 Peso de la fruta (kg)	18
3.4.3 Firmeza del fruto (gf).....	18
3.4.4 Grado de madurez	18
3.4.5 Diámetro ecuatorial y diámetro longitudinal	18
3.4.6 pH del fruto.....	18
3.4.7 Acidez titulable	18
3.4.8 Sólidos solubles totales.....	19
3.5 Determinación del flujo de comercialización de mora de castilla.....	19
3.6 Caracterización del manejo de poscosecha de mora de castilla desde la cosecha hasta que llegue al consumidor final. .	19
3.7 Pérdidas de fruta de mora por daños ocasionados por factores bióticos y abióticos desde la finca hasta el consumidor final.	19
3.7.1 Daños por insectos y microorganismos (%)	20
3.7.2 Daños por aplastamiento (%).....	20
3.7.3 Frutos mal llenados (%)	20

3.6. Manejo del experimento	20
4. Resultados y discusión	21
4.1 Determinación del flujo de comercialización de la mora de castilla.....	21
4.1.1 Grado de madurez	21
4.1.2 Cosecha	21
4.1.3 Almacenamiento.....	22
4.1.4 Embalaje	23
4.1.5 Transporte.....	24
4.2 Caracterización físico-químico del manejo poscosecha del fruto, desde la cosecha hasta que llega al consumidor fina.	28
4.2.1 Peso del fruto individual (g).....	28
4.2.2 Perdidas peso de la fruta (kg)	29
4.2.3 Firmeza	31
4.2.4 Diámetro ecuatorial y polar del fruto (mm)	33
4.2.5 pH.....	34
4.2.6 Sólidos solubles totales (SST)	34
4.2.7 Acidez titulable	36
4.3 Pérdidas en fruta de mora castilla por daños ocasionadas por factores bióticos y abióticos desde la finca hasta el consumidor final	37
4.3.1 Frutos dañados por microorganismos e insectos.....	37
4.3.2 Descarte de frutos aplastados.....	39
4.3.3 Frutos mal llenados (incompletos) o deformes.....	41
4.3.4 Costos de producción y pérdidas durante la poscosecha.	43
5. Conclusiones y Recomendaciones	47
5.1 Conclusiones	47
5.2 Recomendaciones.....	47
Referencias	48
ANEXOS	53

1. Introducción

1.1 Antecedentes

La mora de castilla (*Rubus glaucus BENTH*) igualmente llamada mora negra, es de importancia económica a nivel Nacional. Se ubica en territorios comprendidos entre 2500 a 3000 m.s.n.m. Existen cerca de 4046 ha cultivadas a nivel Nacional (ESPAC, 2015). La mayor densidad de producción se ubica en la provincia de Tungurahua en el sector de Tisaleo, Ambato y Cevallos (INIAP, 2007).

Según las últimas estadísticas de censo a nivel nacional, existen alrededor de 15000 a 20000 personas dedicadas a este cultivo, distribuidas en diferentes provincias. Las zonas más relevantes de producción se encuentran en la provincia de Tungurahua con alrededor de 2223 hectáreas, seguido de la provincia de Bolívar con 1050 hectáreas y en menor proporción en provincias de Chimborazo, Carchi, Cotopaxi e Imbabura (INEC, 2002).

La demanda de producción del cultivo cada vez va en aumento, es un cultivo que se puede cosechar frutos durante todo el año, con un correcto mantenimiento, obteniendo un rendimiento por planta de 3 a 5 kg, lo que es una ventaja frente a otros cultivos. Razón por la que en la actualidad los agricultores se han centrado en el mejoramiento y producción de este cultivo, ya que su fruto es de consumo interno y una pequeña cantidad es de exportación (Guerrón, 2015).

Ecuador logra una producción anual de cerca de 6388 t, por la cantidad producida se ubica a nivel mundial en el puesto 14 en la categoría de bayas, la comercialización del fruto se realiza a través de acopiadoras, mercados tradicionales o directo con las industrias (FAO, 2007).

La mora de castilla es un fruto muy perecible y frágil, se ve afectada su calidad por varios factores que ocurren durante la poscosecha ocasionadas en su mayoría por el mal manejo y manipulación del fruto desde la cosecha (estado de madurez del fruto), almacenamiento (temperatura, humedad) y hasta su comercialización (transporte). La exposición del fruto a diferentes condiciones ambientales cambian las características fisicoquímicas durante esta etapa. El fruto es muy frágil por lo que es muy susceptible a aplastamiento, daños

morfológicos y pudrición del producto. La cosecha se debe realizar durante la novena y onceava semana posterior a la floración, con intervalos de hasta ocho días en la época pico de producción (MAGAP, 2013).

La poscosecha de mora de castilla inicia con la determinación de grado de madurez del fruto, después con la recolección y selección de frutos sanos sin daños o aplastados. El peso unitario de la mora, en madurez comercial, es de seis a ocho gramos, presenta color rojo oscuro a morado. Según el mercado a quien va a ser comercializado, se utilizan varios envases de plástico con capacidad de 300g hasta 1 kg de producto. Por tradición para comercializar a mercados populares se sigue utilizando canastos de carrizo de 5 y 10 kg (MAGAP, 2013), los que se está reemplazando por baldes de plástico de hasta 6kg, que evitan el derrame de fruta (MAGAP, 2014). Las condiciones ambientales recomendadas durante el transporte son: temperatura no mayor a 1 °C y una humedad relativa de 90%. A temperatura ambiente, el fruto no debe permanecer más de 5 días, para evitar daños y prolongar la vida útil (MAGAP, 2013).

La mora de castilla al ser un fruto de importancia económica a nivel nacional es fundamental llevar un control de la calidad y conocer las pérdidas que ocurren durante el manejo poscosecha del fruto. El presente estudio permite la caracterización y cuantificación de pérdidas en calidad en mora de castilla que ocurren durante el manejo poscosecha hasta que el fruto llegue al mercado final, con la colaboración de agricultores del sector ubicados en el cantón Ambato y la participación del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Escuela Politécnica Nacional (EPN) y la Universidad de las Américas (UDLA).

1.2 Problemática del manejo poscosecha

El valor comercial de la mora de castilla es muy alto, el precio según la época varía de \$1.20 a \$1.50 la libra de fruta. Es una fruta no climatérica que presenta daños en la calidad durante el manejo poscosecha. Por su grado de perecibilidad, requiere de un adecuado manejo desde la cosecha hasta que llegue al destino final. Existe una cantidad alta de frutas afectadas en su calidad

física y química, alterando las características sensoriales y el valor nutritivo (Freire, 2012).

En Ecuador de acuerdo a datos generados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), existen pérdidas aproximadas de 21% durante todas las etapas de poscosecha (2012). La forma de comercializar la mora de castilla, independiente al empaque utilizado, transporte y el manejo inadecuado del producto, está ocasionando pérdidas para los agricultores y comerciantes. Mediante este estudio se contribuye con la información necesaria para conocer el flujo de comercialización y el manejo poscosecha que en la actualidad se está realizando.

1.3 Justificación

La mora de castilla es una fruta de consumo diario a nivel nacional y de alta demanda internacional. Los principales destinos de exportación son: Estados Unidos, España, Antillas Holandesas, Alemania, Holanda y entre otros países, que alcanzan un total de 499.50 toneladas de fruta exportadas.

La manipulación del fruto durante la etapa de poscosecha es muy importante para conservar la calidad. Al llevar un buen manejo poscosecha se obtiene un fruto con mejores características físicas y químicas lo que crea valor al producto y logra ser más competitivo en el mercado. Los agricultores no tienen conocimiento del impacto del manejo inadecuado de este cultivo y los daños físicoquímicos que ocurren durante el transporte y almacenamiento del producto. El presente estudio, da a conocer el flujo de comercialización de la mora de castilla, la caracterización del manejo poscosecha, la cuantificación de pérdidas e identificación de las causas que lo generan.

1.4 Alcance

El estudio permitió caracterizar el flujo de comercialización, manejo poscosecha y cuantificar las pérdidas en mora de castilla provenientes de productores de la provincia de Tungurahua. Para esto se desarrolló registros donde se anotaron las actividades que realizaron los productores, comercializadores, hasta cuando el producto llegó al mercado final.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Caracterizar el manejo poscosecha y cuantificación de pérdidas de mora de castilla (*Rubus glaucus*) en la provincia de Tungurahua.

1.5.1 Objetivos específicos

Determinar el flujo de comercialización de la mora de castilla desde la finca hasta que llegue al consumidor final.

Caracterizar el manejo poscosecha de mora de castilla hasta que llegue al consumidor final.

Cuantificar la calidad física y química de la mora de castilla durante las diferentes fases del manejo poscosecha.

1.6 Hipótesis

Ho: No existe efecto de la época de poscosecha en las pérdidas de la mora.

H1: Las pérdidas de la mora de castilla están en función del manejo poscosecha y la época.

2. Revisión de literatura

2.1 Origen del cultivo de mora de castilla

La mora de castilla (*Rubus glaucus BENTH*) es de origen silvestre propio de las zonas altas de América tropical. *Rubus glaucus* fue descrita en 1845 por Bentham y descubierta por Hartw. *Rubus* deriva del latín ruber que significa rojo y la denominación *glaucus* se refiere al color verde claro de las ramas y hojas. Este cultivo se distribuye en países como Ecuador, Colombia, Costa Rica, Estados Unidos, El Salvador, México, Venezuela y Panamá (Cedeño, 2004). Es de clima frío y templado, crece durante todo el año por lo que es de gran importancia agronómica y comercial. En Ecuador, en el callejón interandino, es producido en las provincias de Tungurahua, Bolívar, Pichincha, Imbabura, Chimborazo, Carchi, Cotopaxi (MAGAP, 2013).

2.2 Descripción botánica de la planta

La mora de castilla (*Rubus glaucus BENTH*) es un arbusto, perenne, con tallo rastrero cilíndrico, con espinas de hasta 3 mm de longitud, de color verde. El tallo poco ramificado, crece varios metros y tiene racimos terminales. La flor está compuesta de un cáliz de cinco pétalos de color rosa y blanco, miden 2.5 cm, contienen varios estambres que se extienden a lo largo. Las hojas son de bases redondas, lisas, compuestas de 3 folíolos, estrechas, al revés ligeramente blanquecino lo cual es característica particular de esta especie. El fruto tiene forma cónica, compuesta por drupas pequeñas, según el grado de madurez son de color rojo claro a morado oscuro y el tamaño varía de 15-20 mm, en su interior contienen semillas muy pequeñas (Romoleroux, 1996).

Tabla 1.

Clasificación taxonómica de la mora de castilla.

Reino	Vegetal
División	Antofita
Clase	Dicotiledónea
Orden	Rosales
Tribu	Rubeae
Familia	Rosaceae
Género	<i>Rubus</i>
Subgénero	Eubatus
Especie	<i>glaucus</i>
Nombre Científico	<i>Rubus glaucus Benth</i>

Tomado de: (Romeloux,1996).

2.3 Requerimiento agroecológico

La mora de castilla se produce a lo largo del callejón interandino, principalmente en las provincias de Tungurahua y Pichincha como las zonas más ideales para

el crecimiento de este cultivo. Sin embargo, tiene importancia agronómica en otras provincias como Imbabura y Carchi (MAGAP, 2014, p.14).

En cuanto a los requerimientos principales de clima son, una altitud de 2500 a 3100 metros sobre el nivel del mar con una temperatura adecuada para su desarrollo fisiológico entre los 12 y 18 grados Celsius. Es un cultivo resistente a bajas precipitaciones, sin embargo la precipitación anual ideal es de 600 a 1500 mm anuales (MAGAP, 2014, p.13).

En cuanto al suelo requiere de buen drenaje manteniendo una humedad adecuada, con una pendiente ideal de 0 a 5%, sin embargo si en la región existen altas precipitaciones se recomienda suelos con pendiente de 5 a 25%, sin pedregosidad o muy poca. Los suelos deben ser franco arenosos compuestos por arcilla, limo, arena, fósforo y potasio, con alto contenido de materia orgánica y con un pH ligeramente de 5.5 a 6.5. Estos requerimientos agroecológicos son determinados por la FAO y fueron adaptados a nivel nacional, según la ubicación de estos cultivo siendo los parámetros descritos los óptimos en Ecuador (MAGAP, 2014, p.13).

2.3 Situación del cultivo en el Ecuador

Según la zonificación agroecológica realizada por el Ministerio de agricultura ganadería y pesca, en la provincia de Tungurahua existe la mayor producción, corresponde el 41% del total, seguida por la provincia de Bolívar con un 25%, Cotopaxi con 19% y el resto se distribuye en otras provincias como Pichincha, Imbabura, Carchi. Es una fruta que se exporta a España, Canadá y Estados Unidos (MAGAP, 2014).

2.4 Composición química

La mora de castilla es una baya no climatérica, se caracteriza por tener una vida útil corta, posee una estructura muy frágil, por lo que presenta cambios fisicoquímicos que afectan su calidad. La mora de castilla presenta 4 tonalidades que están relacionadas con el estado de madurez del fruto, según la tabla de color (INIAP, 2013). Las características químicas de la mora cambian según el grado de madurez. El grado tres es de mayor importancia comercial ver figura1.

Las moras de castilla tienen alto contenido de antocianinas lo que le proporciona un color rojo oscuro característico de este fruto, también posee ácidos orgánicos, alto contenido de humedad, vitamina C y muy bajo en azúcares reductores, además contiene polifenoles, calcio, magnesio, sodio, fósforo y zinc, lo cual se puede evidenciar en la tabla 2.

Tabla 2.

Composición química del fruto de mora de castilla

Características	Valor
Humedad (%)	87.43
pH (adimensional)	2.93
Acidez titulable (% ácido cítrico)	2.62
Sólidos solubles (°Brix)	12.6
Cenizas (%)	0.61
Extracto etéreo (%)	0.40
Fibra (%)	0.44
Carbohidratos totales (%)	9.73
Azúcares totales (%)	5.35
Azúcares reductores (%)	5.11
Vitamina C (mg/100 g)	16.59
Polifenoles totales (mg/g)	6.08
Carotenoides totales (ug/g)	0.66
Calcio (μg/g)	201
Magnesio (μg/g)	277
Fósforo (μg/g)	302
Potasio (μg/g)	2.640
Sodio (μg/g)	63
Hierro (μg/g)	2
Zinc (μg/g)	6
Manganeso (μg/g)	4

Tomado de: (INIAP, 2013).

2.5 Consideraciones a tener en cuenta para el manejo poscosecha del fruto

A continuación, se describen varias características que se debe controlar para obtener un correcto manejo de poscosecha.

2.5.1 Madurez

La mora de castilla es un fruto no climatérico, es decir un fruto que necesariamente debe alcanzar el estado de madurez ideal para la comercialización antes de la cosecha, por lo que la determinación del estado de madurez es muy importante ya que tiene relación con el tiempo de conservación durante la poscosecha y su calidad.

Para establecer el grado de madurez se utiliza la tabla de colores, es un gráfico compuesta por 4 colores, donde cada color indica el estado de madurez del fruto, así se establece 4 grados de madurez en función al desarrollo fisiológico. La tabla varía de color rojo intenso a morado oscuro. El grado 3 es el adecuado para la comercialización, para llegar a este estado de madurez el tiempo transcurrido desde la floración hasta la cosecha es de 270 a 280 días (INIAP, 2013).

Mora de Castilla - MA0100



COLOR	0	1	2	3	4
pH	3,28 ± 0,13	2,89 ± 0,11	2,91 ± 0,16	2,85 ± 0,01	2,93 ± 0,05
Acidez (g.100g ⁻¹ a. cítrico)	2,37 ± 0,03	3,66 ± 0,12	3,73 ± 0,04	3,33 ± 0,09	2,62 ± 0,08
Sólidos solubles (° Brix)	7,13 ± 0,31	8,40 ± 0,40	9,50 ± 0,42	10,13 ± 0,12	12,60 ± 0,72
Relación de madurez	3,01	2,30	2,55	3,05	4,82

Figura 1. Tabla grados de madurez de mora de castilla

Tomada de: INIAP (1997).

2.5.2 Cosecha

La mora de castilla, es un fruto con una estructura morfológica muy delicada. El proceso de recolección del fruto debe ser muy cuidadoso y se realiza de forma manual, colocando la fruta directamente en el envase en el cual se va a comercializar. Es común la utilización de envases de plástico como baldes y tarrinas, al igual que la utilización de canastos de carrizos. El material del envase depende del mercado final al que se comercializa. De igual manera para la recolección del fruto es recomendable utilizar herramientas y vestimenta adecuada, para facilitar y evitar posibles heridas en las manos ocasionadas por las espinas de la planta (INIAP, 2013).

Por otra parte para la cosecha es importante conocer que el ciclo de producción es de dos a tres meses, posterior al hinchamiento de yemas y la floración. El fruto se recolecta en intervalos de seis a ocho días, donde se alcanza el pico alto de producción (MAGAP, 2013).

2.5.3 Empaque

Es un término utilizado para referirse al envase y embalaje del producto, según la normativa nacional para el transporte de frutas se debe utilizar un envase fabricado de cualquier material que garantice la inocuidad y calidad de la fruta, que facilite la manipulación hasta el consumidor final (INEN, 2005).

Los envases utilizados tienen una capacidad de 250 g hasta 10kg. Los canastos de carrizo, tarrinas y baldes de plástico son los más utilizados y varía según el destino o cliente a quien va comercializar el producto. El envase tiene que estar limpio y libre de contaminantes, al ser envases grandes la fruta con mayor grado de madurez se coloca en la superficie, ya que es más propensa a dañarse por aplastamiento (MAGAP, 2013).

2.5.4 Almacenamiento

La mora de castilla es un fruto de vida útil muy corta, una vez cosechado y colocado en el envase a comercializar, se almacena en bodegas a temperatura ambiente, con un tiempo máximo de almacenamiento de 5 días y hasta 15 días en refrigeración. Para extender la vida útil se almacena a una temperatura de

1°C, con una humedad relativa de 90 a 59% (Ayala, Valenzuela y Bohórquez, 2013).

2.5.5 Transporte

Es importante la utilización de vehículos que se controle la temperatura, humedad y flujo de aire, para mantener la cadena de frío puesto que el fruto según el destino pasará una gran cantidad de tiempo en el vehículo. La temperatura adecuada de transporte es de 1° Celsius, debiendo evitar al máximo el manipuleo para que el fruto no se dañe y el contacto con otros productos para que no exista contaminación (MAGAP, 2013). Entre los aspectos importantes, tenemos que considerar que es un producto que continua en actividad fisiológica. Existe actividad enzimática que dependerá de la temperatura de almacenamiento, de igual manera ocurre la transpiración como resultado de la diferencia del potencial del agua del fruto y del aire, lo que provoca pérdida de agua y por consecuencia alteraciones en la textura o firmeza del fruto (Barreira Robla, 2003).

2.6 Calidad física del fruto

Para el análisis de calidad física en mora de castilla se tomó en consideración las siguientes características:

2.6.1 Tamaño

El tamaño es un indicador importante para la cosecha, dependiendo de las exigencias del mercado. El fruto se lo clasifica en extra (más de 5 cm), especial (2.2 – 3.5 cm) y corriente (2 cm) (MAGAP, 2013). Otros autores señalan que el tamaño ideal es de 2 cm de largo, con un diámetro de 1.9 a 2.6 cm. La relación de diámetro y largo de 1.06 (Brito *et. al* 2013).

2.6.2 Firmeza

La firmeza es una característica cuantitativa que permite conocer la dureza del fruto y determinar el momento adecuado para cosechar, ya que está relacionado con el grado de madurez. Estos valores son de ayuda para conocer la resistencia a daños mecánicos que puede soportar el fruto para evitar daños que ocurran durante la cosecha, transporte y comercialización. En la mora de castilla a mayor

grado de madurez menor firmeza. Lo recomendable es un fruto con firmeza de 3.24 N, en grado de madurez comercial, (Brito *et al.*, 2013).

2.6.3 Peso unitario

El fruto de mora de castilla tiene un peso unitario promedio de 5.32 g y puede variar entre 2.34 a 15.74 g, dependiendo del grado de madurez. En grado 4 puede existir una pequeña disminución provocado por un cambio estructural en las protopectinas que se encuentran en las paredes celulares las cuales durante la maduración se hidrolizan (Ayala, Velenzuela y Bohorquez, 2013).

2.7 Calidad química del fruto

Para el análisis de la calidad química en mora de castilla se tomó en consideración las siguientes características:

2.7.1 Sólidos solubles

Según la normativa nacional NTE INEN 2427, la cantidad de sólidos solubles mínima en madurez de consumo para mora de castilla, es de 9 grados Brix (INEN, 2016). En la tabla de colores ver figura 1, describe la variación de los sólidos solubles según el estado de madurez. Los valores se encuentran desde 7.13 a 12.60 Bx (Brito, *et al.*; 2013).

2.7.2 Acidez titularle

La normativa nacional NTE INEN 2427, señala que la acidez titulable para mora de castilla en madurez de consumo tiene que ser máximo de 2.7% (INEN, 2016). Según la tabla de colores, indicador de estado de madurez, la acidez titulable varía de 2.37 a 2.62 % (Brito *et al.*; 2013).

2.7.3 pH

El pH de la mora de castilla tiene un promedio de 2.93 variando igualmente según el grado de madurez hasta 3.38 (Brito *et al.*, 2013). Algunos autores señalan un incremento leve del pH en el grado de madurez 4, ocasionado por la actividad enzimática que causa la acumulación de sacarosa y glucosa. Creando una disminución de la concentración de H⁺ a nivel vacuolar en los últimos períodos de maduración (Ayala *et al.*, 2013).

2.8 Deterioro de la fruta por agentes bióticos

Durante la poscosecha el fruto presenta daños ocasionados por factores bióticos (plagas), a continuación, se describe las posibles causas de daños económicos que afectan a la mora de castilla.

2.8.1 Plagas

La mora de castilla es atacada por varias plagas. Las que más daño ocasionan son los insectos, hongos y bacterias. Entre las plagas que ocasionan daños considerables se encuentran los ácaros, pulgones, y los cutzos (*Phyllophaga sp*) Los ácaros (*Tetranychus sp*) o arañas rojas, son una plaga muy común en especies frutales y arbustos; producen seda que les protege de los factores externos donde pueden alimentarse y reproducirse, se encuentran en el envés de las hojas y atacan mediante la absorción de líquidos tornándolas pálidas y arrugadas. Los daños causados son fáciles de diferenciar, pero los ácaros son difíciles de detectar (NAPPO, 2014). Una señal de este daño es el cambio de color en los frutos a rojo óxido (MAGAP, 2013). De igual forma, existen los pulgones, son insectos llamados áfidos (*Aphis sp*) de color verde o pardo, viven en el envés de las hojas tiernas, absorben la savia provocando deformaciones y hasta la muerte de la planta, además transmiten virus que pueden dañar al cultivo de mora, por tal razón se debe controlar el cultivo desde el vivero y durante su desarrollo (Revelo, Mora, Gallegos y Garcés, 2008). También existen los cutzos (*Phyllophaga sp*), son larvas de color blanco que miden de 12 a 14 mm, su incidencia es esporádica, aparecen en suelos húmedos con un alto contenido de materia orgánica, son sensibles a la radiación solar y se alimentan del sistema radicular de las plantas (INIAP, 2001).

2.8.2 Enfermedades

Entre las enfermedades más comunes en mora de castilla se encuentra la marchites ocasionada por hongos fitopatógenos de especies del genero *Verticillium*, son hongos que viven en el suelo y ocasionan daños radiculares, Como síntomas iniciales presentan doblamiento en las puntas terminales y en el tallo aparecen manchas negras un poco azuladas, provocando marchites y amarillamiento general de la planta. Por lo general la invasión es pausada y

gradual, causada por heridas realizadas durante las prácticas agrícolas. Los suelos con mal drenaje favorecen la aparición de estas enfermedades (Arévalo, Díaz, Galindo y Rivero, 2011).

Otra enfermedad común es el Mildeo polvoso (*Oidium* sp), ataca a las hojas, ramas tiernas, pecíolos y frutos. Como síntomas iniciales presentan agrietamientos en las hojas donde crece un polvo blanquecino que son las esporas del hongo. Cuando el daño es en ramas jóvenes, los frutos se deforman hasta perder su valor comercial (Arévalo, et al, 2011). Igualmente, el ataque del mildew veloso (*Peronospora* sp) es similar, pero es más fuerte. Se diferencia por la aparición de pequeñas rupturas en el tallo, ocasionando que las ramas nuevas se sequen (MAGAP, 2013). Esta enfermedad aparece en épocas lluviosas, en condiciones ambientales con temperaturas de 17 a 20 °C y humedad relativa de 80% el hongo afecta al fruto y crece sobre él (Tamayo, 2003).

Otra enfermedad importante y una de las más frecuentes es la aparición del moho gris, ocasionado por el hongo *Botrytis cinérea*. Daña las yemas necrozandolas y luego ataca el fruto provocando una pudrición, como resultado, reduce el rendimiento en la cosecha, con un impacto económico, si no es tratado a tiempo. El hongo además afecta el envés del ápice de las hojas, estos daños son visibles por la aparición de esporas y conidióforos del hongo (ICA, 2011).

2.9 Control fitosanitario

El principal objetivo del control fitosanitario es prevenir los daños provocados por plagas, para disminuir o evitar pérdidas económicas. El control se realiza durante la poscosecha, luego de la poda, al inicio de la brotación, floración y frutos desarrollados. Además, se debe realizar el control de malezas con el uso de herbicidas químicos o manualmente para evitar contaminación de plagas y enfermedades (MAGAP, 2013).

2.9.1 Podas y despuntes

La productividad de la planta de mora de castilla depende de las actividades de poda que están encaminadas a dar forma a la planta, a optimizar la entrada de luz, sirven para regular los ciclos de producción, para elimina ramas enfermas y

para crear una proporción similar entre fisiológica el crecimiento vegetativo y el generativo (Moreno, Posada y Blanke, 2016). Es por eso que durante el desarrollo de este cultivo se realiza podas con diferente objetivo. La primera es la poda de formación, se realiza entre los 30 y 60 días después de la siembra, en la cual se retira los tallos y ramas secas, dando forma a la planta. Después del 4to y 6to mes se realiza la poda de producción para eliminar ramas improductivas y mantener un arbusto con ramas secundarias y terciarias, para posteriormente realizar las podas de mantenimiento, que consisten en mantener las ramas que han producido fruto y reducir aún más las ramas improductivas, facilitando la cosecha y el control de plagas. Y por último se realiza la poda de renovación, solamente cuando las ramas principales han disminuido considerablemente su producción o existe algún ataque fuerte de plaga (MAGAP, 2013).

2.9.2 Sistemas de tutorado

Es un sistema que facilita el mantenimiento de la planta. La mora de castilla es un cultivo rastrero, por lo cual necesita emplear un sistema de conducción para facilitar las labores de campo. El tutoreo consiste en aplicar un sistema de espaldera sencilla de alambre entre dos postes, la distancia y altura depende del tipo de terreno; en Ecuador el más usado es el de 2 m de distancia entre plantas y 2.5 m entre hileras. También se utiliza la espaldera de doble alambre, donde la planta se ubica en el medio y se encuentra rodeada de dos alambres, es un sistema más costoso, pero brinda mayor firmeza a la planta. Por último, se encuentra el sistema de chiquero, es común en cultivos de menor tamaño, se utiliza de 4 a 3 postes y se realiza un triángulo o cuadrado a un metro de distancia de la planta con una altura de 1.5 m (Martínez, Beltrán, Velastegui y Ayala, 2013).

3. Materiales y Métodos

3.1 Materiales

A continuación, se detalla los materiales utilizados en fase de campo y en laboratorio

3.1.1. Material vegetativo

- Frutas de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth)

3.1.2. Materiales utilizados en campo y equipos de laboratorio

Para el registro de datos en fase de campo se utilizó los siguientes materiales y equipos:

- Registros en libro de campo
- Registrador de datos de temperatura y humedad (data logger HOBO U23-Pro v2)

Para los análisis de laboratorio se utilizó varios equipos y materiales que a continuación se describen:

- Balanza digital con 0.1 g sensibilidad (Excell KP)
- Refractómetro digital de 0 a 85% Brix (Milwaukee MA871)
- Penetrómetro Manual (McCormick FT01)
- Potenciómetro (Malwaukee pH56)
- Calibrador digital (Truper 0-150mm)
- Bureta
- Probeta graduada de 50 o 100 ml
- Pipeta graduada de 5 ml
- Matraces Erlenmeyer de 250 ml
- Vaso de precipitación 250 ml
- Soporte universal
- Pinza para bureta
- Hidróxido de sodio 0.1N
- Agua destilada
- Soluciones amortiguadoras (pH 4, 7 y 10)

3.2 Metodología

3.2.1 Ubicación del estudio

El estudio se realizó en fincas de productores de mora de castilla, ubicados en cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua. En la tabla 3, se indica la descripción geográfica y el clima del lugar de estudio.

Tabla 3.

Descripción geográfica y climática del cantón Tisaleo.

Lugar	Tisaleo
Provincia	Tungurahua
Localidad	Querochaca
Temperatura	10 a 14° C.
Precipitación media anual	500mm a 600mm
Altitud	2865 msnm.
Humedad relativa	75 %.
Latitud	1° 22' 2" S
Longitud	78° 36' 20" W

Tomado de: (INAMHI, 2017).

3.2.2 Análisis estadístico

Como unidad experimental se utilizó un canasto de mora de castilla con capacidad de 10 kg.

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones. En la tabla 4 se describe los tratamientos realizados.

Tabla 4.

Tratamientos.

Tratamientos	Periodo cosecha de	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm).
T1	Mayo/2017	13.21	77.55	400.3
T2	Junio/2017	12.98	78.81	490.1
T3	Julio/2017	12.63	79.68	480.4
T4	Agosto/ 2017	12.40	79.38	442.1
T5	Septiembre/2017	12.25	78.45	396.0
T6	Octubre/2017	12.21	77.27	381.6

3.2.3 Análisis funcional

Cuando se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos se aplicó la prueba de separación de medias de Tukey al 5%.

A continuación, en la tabla 5, se detalla el análisis de varianza realizado:

Tabla 5.

Análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad
Tratamiento	4
Repeticiones	2
Error experimental	8
Total	14

3.4 Variables

Se evaluó diferentes parámetros físicos del fruto para conocer la calidad durante el manejo poscosecha (inicial) y al llegar al destino final.

3.4.1 Peso del fruto individual (g)

Se tomó una muestra representativa de 1000 g, y se contó el número de frutos, para luego mediante una división se obtuvo el peso de un fruto.

3.4.2 Peso de la fruta (kg)

Se registró en kg el total del envase al inicio, en la poscosecha y al final, cuando llegue al mercado final. Para esto se utilizó una balanza digital.

3.4.3 Firmeza del fruto (gf)

Este análisis se realizó con una muestra de 20 frutas seleccionadas al azar, ubicadas en la base, superior y media del canasto. Con la utilización de un penetrómetro de punta de 3 mm de diámetro, se midió la firmeza de cada una en el punto medio de la misma.

3.4.4 Grado de madurez

Se seleccionó una muestra aleatoria de 20 frutos de cada unidad experimental. Cada fruto se comparó con la tabla de colores INIAP ver figura 1 y se registró los datos en el cuaderno de campo.

3.4.5 Diámetro ecuatorial y diámetro longitudinal

Para este análisis se tomó una muestra aleatoria de 20 frutas, ubicadas en la base, media y superior del canasto. Mediante la utilización de un calibrador digital, se midió la longitud y diámetro ecuatorial de cada fruto.

3.4.6 pH del fruto

Se utilizó un potenciómetro. Para esto se tomó una muestra de 40 g de pulpa de fruta, donde se introdujo el electrodo. La lectura fue de forma directa. El análisis es de lectura directa basada en la normativa general (NTE INEN-ISO 1842:2013).

3.4.7 Acidez titulable

Se utilizó 30 g de pulpa y se diluyó 200 ml de agua destilada. Se tomó una alícuota de 20 ml y se procedió a titular con la utilización de hidróxido de sodio 0.1 N. Con la ayuda de un potenciómetro, se tituló hasta que el pH llegue a 8.2, que es el valor de viraje del indicador de fenolftaleína. Se procedió a registrar los ml utilizados en el cuaderno de campo para posteriormente calcular la acidez de

acuerdo al ácido predominante, en este caso el ácido cítrico, utilizando la fórmula descrito por la A.O.A.C (2007).

3.4.8 Sólidos solubles totales

Se efectuó con la utilización de un refractómetro. Para esto se tomó una muestra de pulpa del fruto de 1 ml, se colocó en un refractómetro, registrando el valor en grados Brix (NTE INEN-ISO 2173:2013).

3.5 Determinación del flujo de comercialización de mora de castilla.

La caracterización de la comercialización de mora de castilla se realizó mediante el uso de registros, de todas las prácticas que se realizaron en la finca. Inició con la determinación del punto de madurez de la fruta, la cosecha, almacenamiento, embalaje, condiciones de transporte, hasta que la fruta llegó al consumidor final. Se tomó en consideración el tiempo, las condiciones climáticas de temperatura (C°) y humedad relativa (%) durante el almacenamiento y transporte.

3.6 Caracterización del manejo de poscosecha de mora de castilla desde la cosecha hasta que llegue al consumidor final.

La caracterización se realizó en base a parámetros físicos (firmeza, peso, grado de madurez y tamaño) y químicos (acidez titulable y sólidos solubles totales) del fruto de mora de castilla, desde la cosecha (finca) hasta el destino final (mercados), se identificó todas las prácticas realizadas, considerando diferentes parámetros como lo es el tiempo, color (grado de madurez de la fruta), peso, tipos de envases utilizados, selección del fruto, condiciones ambientales de transporte y almacenamiento.

3.7 Pérdidas de fruta de mora por daños ocasionados por factores bióticos y abióticos desde la finca hasta el consumidor final.

Se tomó una muestra representativa de 1 kg de cada envase ($m=3$) por cada tratamiento. Después se identificó los frutos que presentaron daños por aplastamiento u ocasionados por plagas e insectos, los cuales se pesaron y se representó en porcentajes del peso total de la muestra. Esto se realizó después de la cosecha y al llegar al destino final. A continuación, se describe a detalle las variables evaluadas:

3.7.1 Daños por insectos y microorganismos (%)

Del total del peso de la muestra (1kg) de cada envase se identificó los frutos que presentaron daños ocasionados por insectos y microorganismos. Se registró el peso y se representó en porcentaje.

3.7.2 Daños por aplastamiento (%)

Del total del peso de la muestra (1kg) se identificaron los frutos afectados por aplastamiento y se expresó el peso en porcentaje.

3.7.3 Frutos mal llenados (%)

Del total del peso de la muestra (1kg) se identificó los frutos mal llenados y se expresó el peso en porcentaje.

3.6. Manejo del experimento

Las épocas de cosecha fueron los tratamientos por lo cual se registraron mensualmente durante 6 meses. Como unidad experimental se utilizó tres canastos de mora de castilla por cada mes de cosecha, de cultivos ubicados en el sector de Tisaleo, provincia de Tungurahua. Una vez cosechada la mora se dio seguimiento durante todas las fases del manejo poscosecha, almacenamiento y transporte. Durante el transporte y almacenamiento se registró la temperatura y humedad relativa mediante la utilización de un dispositivo de registro de datos (datalogger), que fue colocado en el canasto de fruta. Además, al inicio, después de la cosecha y al llegar destino final se evaluó las características físicas y químicas, al igual que las pérdidas y daños ocasionadas por factores bióticos y abióticos en los frutos.

Para evaluar el efecto de las condiciones climáticas en la calidad de la mora, se tomó la información geográfica y del clima de la estación meteorológica Querochaca ubicada en el cantón Tisaleo. Donde se registró la temperatura, humedad relativa y precipitación acumulada durante todo el proceso de formación del fruto, con un periodo de 6 meses que comprende desde la floración hasta el punto de madurez de cosecha del fruto de cada tratamiento.

4. Resultados y discusión

4.1 Determinación del flujo de comercialización de la mora de castilla

Para determinar el flujo de la cadena de comercialización de la mora de castilla, se identificaron todas las prácticas que se realizaron durante la cadena de comercialización, desde la cosecha hasta que la fruta llegó a los mercados finales (mayoristas, minoristas, heladerías y tiendas), considerando la actividad, tiempo, condiciones ambientales durante el almacenamiento, embalaje y transporte. A continuación, se describe las actividades que realizaron los agricultores de la zona:

4.1.1 Grado de madurez

La cosecha se realizó considerando el grado de madurez del fruto, para esto se utilizó la tabla de colores desarrollada por INIAP ver figura 1. Durante esta etapa se pudo observar que del total de la fruta cosechada un 16 % se encuentra en grado de madurez 2, un 74.2 % en grado 3 y el 9.5 % en grado 4.

4.1.2 Cosecha

La recolección del fruto fue realizado principalmente por mujeres agricultoras de Tisaleo, ver figura 2, la frecuencia de esta actividad fue de dos veces por semana de preferencia los días miércoles y jueves, durante la mañana (8h00-11h00) y la tarde (3h00-5h30).

Para cosechar utilizaron guantes de hule para evitar heridas que pueden provocar las espinas de la planta. La recolección se realizó con mucho cuidado para evitar daños en la fruta, por lo cual se colocó directamente en el envase que se comercializó. El tiempo de cosecha que se demoran para llenar un envase de 8 kg fue de 1h30 min.

A continuación, en la figura 2, se puede observar que algunos agricultores recolectan la fruta en pequeños envases de plástico, una vez llenos se trasvasa al canasto, con el fin de facilitar el trabajo del cosechador, esta actividad aumenta el daño en el fruto.



Figura 2. Cosecha de los frutos de mora de castilla por una mujer, 2017 Tungurahua.

En la figura 3, se observa los envases más utilizados para la comercialización de la mora de castilla. Según el destino de la mora los canastos son los más utilizados para comercializar entre mercados mayorista y minoristas, con un contenido de 5kg a 10 kg y baldes de plástico de 10 kg, por otro lado la utilización de tarrinas de 0.5kg son más utilizados para comercializar en supermercados.



Figura 3. Envases utilizados para comercializar mora de castilla.

- a) Baldes de plástico y canastos de 10 kg,
- b) Tarrinas de plásticos de 0.5kg, 2017.

4.1.3 Almacenamiento

Una vez llenos los canastos se colocaron bajo sombra hasta terminar la cosecha. Después se almacenaron en bodegas por un tiempo promedio de 16.9 horas. Estas bodegas son construcciones pequeñas de madera y piso de tierra, donde se registró datos ambientales y se obtuvo como resultado una temperatura que fluctúa de 9.2 °C a 18.7°C, con una media de 13.1°C y una humedad relativa promedio de 75 %. A continuación en la tabla 6, se puede observar las

condiciones ambientales y el tiempo que permaneció la mora en almacenamiento.

Tabla 6.

Condiciones ambientales del almacenamiento en bodega de la mora de castilla previo a ser transportado al mercado final.

Meses 2017	Mercado final	Tiempo (h)	Almacenamiento					
			TEMPERATURA (°C)			Humedad Relativa (%)		
			Min	Máx	Media	Min	Máx	Media
Mayo	Puyo	22.33	10.74	15.56	12.83	74.51	85.11	81.78
Junio	Ambato	8.42	12.80	26.94	17.70	44.44	80.06	68.70
Julio	Santo Domingo	16.42	8.42	12.36	10.29	69.37	86.49	79.43
Agosto	Esmeraldas	15.83	8.02	12.05	9.62	78.20	86.33	83.85
Septiembre	Quito	21.33	8.12	17.23	12.08	54.59	80.32	70.51
Octubre	Guayaquil	17.00	7.47	28.39	16.38	42.89	85.12	66.05

4.1.4 Embalaje

El sistema de embalaje para comercializar la mora de castilla es bastante tradicional, para los canastos y baldes de plástico únicamente se cubrió la parte superior con papel periódico y se ató con una cuerda para evitar que la fruta se derrame, en la figura 4 se puede observar el embalaje descrito.



Figura 4. Embalaje canasto de mora de castilla, Tungurahua, 2016.

Los canastos que fueron transportados y comercializados en otra ciudad. Se colocó únicamente el nombre del comerciante y ciudad de destino en la superficie del canasto, para esto se utilizó un marcador. Esta identificación facilita

al transportista entregar el producto y es utilizada por comercializar a mercados populares.

4.1.5 Transporte

Los productores de mora cosechan en promedio entre 9 y 10 canastos por cosecha. Estos canastos son transportados por el mismo productor desde la finca hasta el mercado mayorista de Ambato en camionetas descubiertas. El tiempo de transporte desde la finca al mercado varió de 1.2 a 1.5 horas con una temperatura media de 19.5°C y humedad relativa de 64.45%. En la figura 5, se observa el vehículo y los canastos utilizados para transportar la fruta.



Figura 5. Vehículo de transporte utilizado para comerciar la mora de castilla desde la finca hasta el Mercado mayorista Ambato.

En el mercado mayorista Ambato una vez entregada la mora al acopiador se transportó en camiones hacia diferentes mercados mayoristas y minoristas del Ecuador. Como se puede apreciar en la figura 6, el transporte de la mora fue compartido con otros productos como huevos, legumbres, papas, vegetales y frutas.



Figura 6. Interior vehículo de transporte de mercado mayorista Ambato hacia otras ciudades.

En la tabla 7, se puede observar los mercados donde se comercializó la mora de castilla cosechada en las diferentes épocas (tratamientos). Del total de la cosecha de los meses de mayo a octubre se registró un 50 % hacia Santo Domingo de los Sachilas, 16.66% a Esmeraldas, 30% a Guayaquil, 44.44% a Puyo, y 60% a mercados minoristas de Ambato.

Tabla 7.

Comercialización de mora de castilla desde la finca hacia otros mercados.

Tratamiento (Época de cosecha)	Cantidad (%) de cosecha total	Destino
may-17	44.44	Puyo
	44.44	Mercado mayorista Ambato
	11.11	Mercado minoristas Ambato
jun-17	42.85	Restaurantes y heladerías Ambato
	57.14	Mercado mayorista Ambato
jul-17	50	Mercado municipal Santo Domingo
	16.16	Mercado mayorista Ambato
	33.33	Riobamba
ago-17	66.66	Mercado mayorista Ambato
	16.66	Esmeraldas
	16.66	Mercado municipal Santo Domingo
sep-17	33.33	Mercado mayorista Ambato
	33.33	Mercado mayorista Quito
	22.22	Mercado municipal Santo Domingo
	11.11	Mercado centran cantón Baños
oct-17	10	Mercado municipal Santo Domingo
	30	Guayaquil
	60	Mercado minoristas Ambato

Siguiendo el flujo de comercialización de la mora de castilla, considerando el tiempo y condiciones climáticas como se observa en la tabla 8, la temperatura y humedad relativa promedio varió en función del tiempo de transporte. Durante esta etapa la mora de castilla pasa por 1 a 19.9 horas sin refrigeración en el vehículo de transporte, con temperatura ambiente que fluctúan de 10.83 a 37.32 °C y humedad relativa de 31.87 a 93.16%.

Tabla 8.

Temperatura (C°), humedad relativa (%) y tiempo de transporte (h) de la mora de castilla, desde la finca hasta que llega al destino final.

Meses 2017	Mercado final	Tiempo (horas)	Transporte					
			TEMPERATURA (°C)			Humedad Relativa (%)		
			Min	Máx	Media	Min	Máx	Media
Mayo	Puyo	2.50	17.30	30.04	22.79	59.77	85.73	72.84
Junio	Ambato	1.00	12.82	12.82	12.82	80.74	80.74	80.74
Julio	Santo D.	10.22	10.86	25.55	16.80	59.55	84.99	74.40
Agosto	Esmeraldas	19.93	18.96	37.32	25.43	33.67	93.16	75.51
Septiembre	Quito	6.60	20.51	25.45	24.87	32.13	52.82	43.88
Octubre	Guayaquil	13.00	23.93	32.87	29.45	31.87	65.96	49.24

En la figura 7 se presenta el esquema del flujo de comercialización y poscosecha de la mora de castilla desde la finca hasta el destino final.

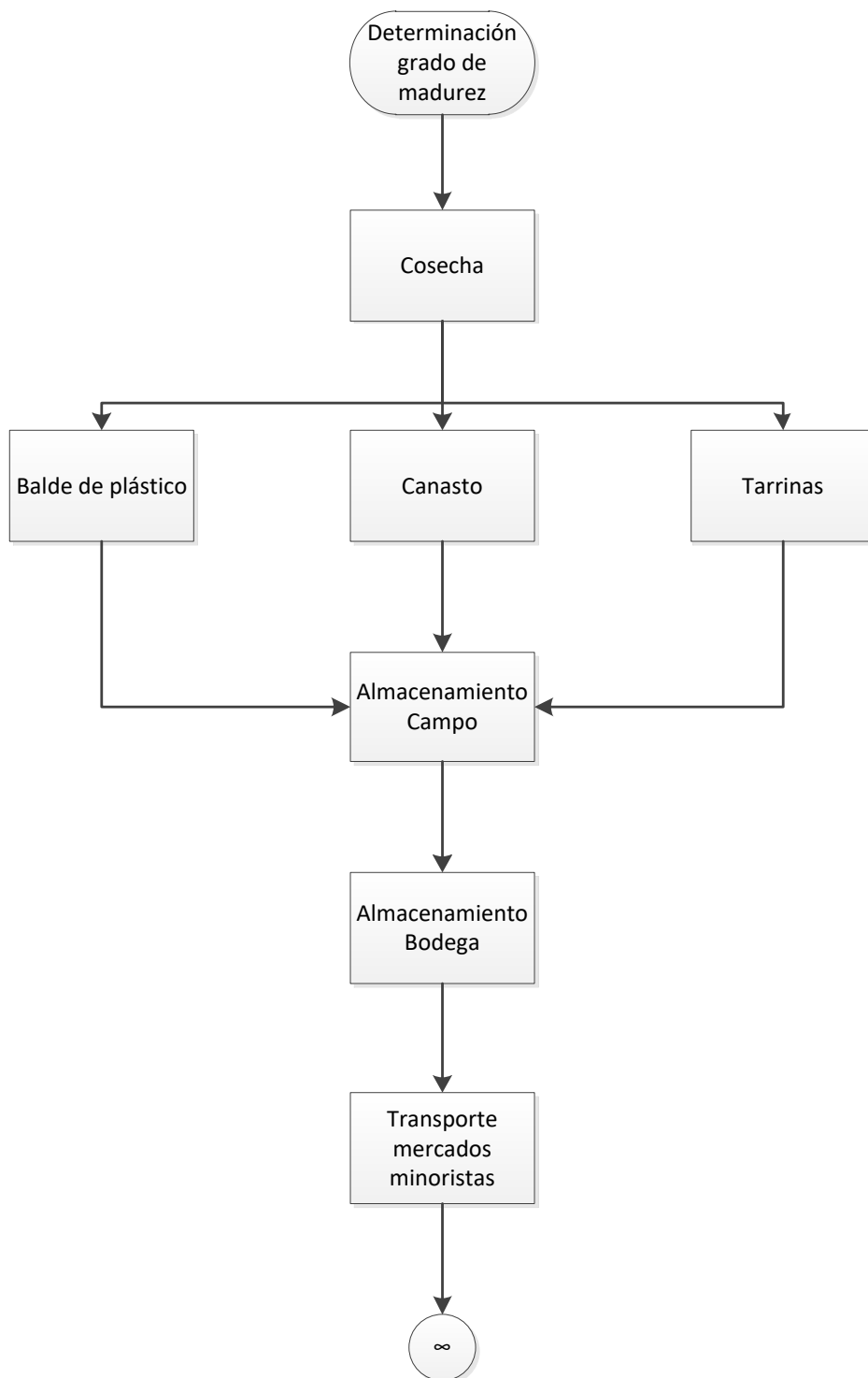


Figura 7. Parte 1: Esquema de flujo de comercialización de mora de castilla

En la figura 8, se observa con claridad el flujo de comercialización de la mora de castilla producido en Tungurahua hasta los diferentes mercados mayoristas y minoristas del Ecuador.

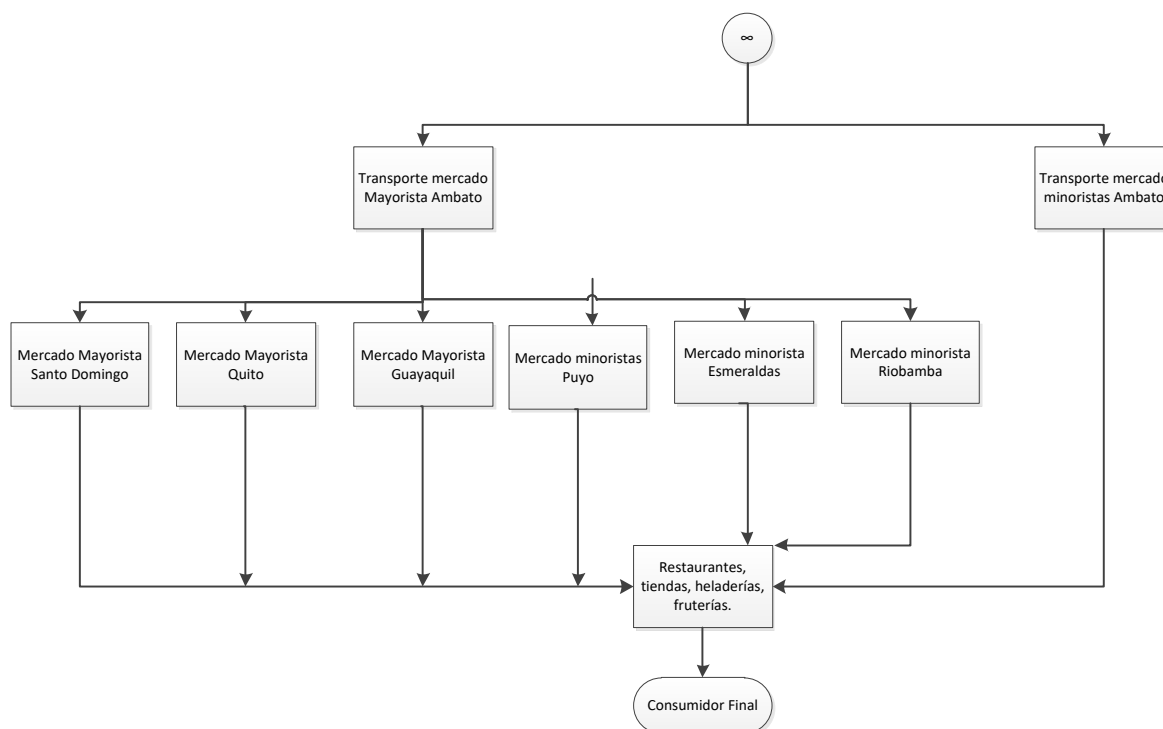


Figura 8. Parte 2: Esquema de flujo de comercialización de mora de castilla.

4.2 Caracterización físico-químico del manejo poscosecha del fruto, desde la cosecha hasta que llega al consumidor fina.

A continuación, se describe los resultados obtenidos de las variables físicas y químicas evaluadas:

4.2.1 Peso del fruto individual (g)

Al realizar el análisis de varianza para el peso del fruto individual (g) de mora de castilla (Tabla 9), se determinó que no existieron diferencias estadísticas entre las diferentes épocas de cosecha (tratamientos). Esto permitió aceptar la hipótesis nula que indica que no hay un efecto de la época de cosecha en esta variable. El coeficiente de variación fue de 5.52 (%).

Tabla 9.

Análisis de varianza del tamaño del fruto (g) y pérdida de peso (%) de la mora de castilla al momento de la cosecha y cuando llegó al consumidor final. Tungurahua, 2017.

F.V.	Peso inicial del fruto (g)			Peso final del fruto (g)	
	gl	SC	CM	SC	CM
Total	17	1.57		1.34	
Repeticiones	2	1.90E-03	9.40E-04	0.07	4.00E-02
Tratamientos	5	0.82	0.16 ^{ns}	0.68	0.14 ^{ns}
Error	10	0.75	0.08	0.59	6.00E-02
CV(%)		5.52		5.19	

Nota. ns = no diferencias significativas.

Estos resultados concuerdan con lo descrito por Grijalva, Calderón y Pérez (2010), quienes reportaron que el peso de la fruta no varió entre las diferentes fechas de cosechas, únicamente existió una variación entre los estados de madurez del fruto.

4.2.2 Pérdidas peso de la fruta (kg)

En la tabla 10 se describe los resultados del análisis de varianza de las pérdidas de peso (kg) de la fruta total (canasto), observándose diferencias estadísticas entre los tratamientos (fechas de cosecha), por tanto, se acepta la hipótesis alternativa, que indica que las pérdidas en calidad de la fruta están en función del manejo poscosecha y la época.

En la tabla 10, se puede observar la diferencia de masa entre el inicial y el final representada en kilogramos y en porcentaje de pérdidas. El coeficiente de variación fue 9.77% y 21.58 % respectivamente.

Tabla 10.

Análisis de varianza de la pérdida del peso (kg y %) de frutos de mora de castilla durante la poscosecha, Tungurahua, 2017.

F.V.	Diferencia masa (kg)			Diferencia masa (%)	
	gl	SC	CM	SC	CM
Total	17	0.48		9.26	
Repeticiones	2	0.01	0.01	0.19	0.09
Tratamientos	5	0.35	0.07**	6.98	1.40**
Error	10	0.12	0.01	2.10	0.21
CV (%)		9.77		21.58	

Nota. ** = Significativamente diferentes.

Se observa en la tabla 11, las pérdidas del peso del fruto total, el mes de julio presentó la mayor pérdida de peso (1,07 kg) al momento de llegar al consumidor final respecto al peso inicial. Mientras que la fruta cosechada entre los meses de junio a octubre registró la menor pérdida de peso (0 a 0.16 kg) corresponde al 0 a 2.17%. Esto se debe a la falta de un buen manejo poscosecha del fruto por malas prácticas de embalaje, ocasionando pérdidas de producto durante el transporte.

Tabla 11.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($p \leq 5\%$) de la variación de masa de frutos de mora de castilla (kg) durante la poscosecha. Tungurahua, 2017.

Tratamientos	Pérdida de peso del fruto	
	(Kg)	(%)
1 Mayo	1.07±0.67 a	10.30±6.10 a
2 Junio	0.00±0.00 b	0.00± 0.00 b
3 Julio	0.23± 0.15 b	2.20± 1.37 b
4 Agosto	0.16±0.01 b	2.30±0.19 b
5 Septiembre	0.16±0.04 b	2.17±0.40 b
6 Octubre	0.09± 0.08 b	1.20±1.07 b

Nota. Promedios seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales con Tukey 5%.

4.2.3 Firmeza

Al realizar el análisis de varianza de la firmeza inicial y final (gf) del fruto de mora (Tabla 12), se observó que existieron diferencias estadísticas entre las diferentes épocas de cosecha (tratamientos). Estos resultados permiten inferir que hubo un efecto de la época de cosecha sobre la firmeza. El coeficiente de variación (%) fue de 4.84 y 8.87 respectivamente.

Tabla 12.

Análisis de varianza de la firmeza (gf) de frutos de mora de castilla durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

F.V.	gl	Firmeza inicial (gf)		Firmeza final (gf)	
		SC	CM	SC	CM
Total	17	23307.97		49202	
Repeticiones	2	5.55E+02	2.78E+02	1.16E+03	5.82E+02
Tratamiento	5	20066.99	4013.4**	40378.98	8075.8**
Error	10	2.69E+03	2.69E+02	7.66E+03	7.66E+02
CV(%)		4.84		8.87	

Nota. ** = Significativamente diferentes.

La firmeza inicial permitió detectar dos rangos, las cosechas realizadas entre los meses de junio y octubre del 2017 son estadísticamente iguales los datos fluctúan entre 333.9 y 378.08 (gf), mientras que en mayo presentó la menor firmeza del fruto al momento de la cosecha (Tabla 13).

Por otro lado, la firmeza final, cuando la fruta ha llegado al destino, se diferenció 5 rangos, donde la fruta cosechada en julio presentó mayor firmeza (382.83 gf), prácticamente se mantuvo hasta el destino final (tabla. 13). Esto posiblemente se debe a que el tiempo desde la cosecha hasta que llega al consumidor final en Santo Domingo (julio) demoró un tiempo de 10.2 horas. La temperatura promedio del vehículo de transporte fue de 15.8 °C, con fluctuaciones de 10.9 a 25.6 °C y una humedad relativa promedio de 74.4%. En cambio la fruta con menos firmeza fue comercializada en los meses de mayo y agosto, que presentaron un tiempo de transporte de 2.5 y 13 horas hasta llegar a los mercados de finales que fueron

Puyo y Guayaquil respectivamente. Las temperaturas promedio durante el transporte fueron de 22.8 °C y 25.5 °C con humedades relativas de 72.8 y 75.5% respectivamente. De donde se infiere que estos factores son uno de los incidentes en la calidad del fruto. La firmeza está estrechamente relacionada con el tiempo, las condiciones ambientales durante el transporte y manipuleo de del fruto desde la cosecha hasta el consumidor final, estos resultados concuerda con lo reportado por (Guzmán, Cuenca, Tacuri, 2018) donde señalan que existen diferencias en la firmeza del fruto durante el tiempo transcurrido después de la cosecha, independiente del estado de madurez, presenta lixiviados, cambios morfológicos y una vida útil muy corta del fruto.

Tabla 13.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($p \leq 5\%$) de la firmeza de frutos de mora de castilla durante la poscosecha. Tungurahua, 2017.

Tratamiento	Firmeza (gf)	
	Inicial	Final
1 Mayo	269.92±7.08 b	248.58±38.26 c
2 Junio	343.83±16.75 a	357.88±12.57 ab
3 Julio	378.08±29.18 a	382.83±43.43 a
4 Agosto	333.92±5.62 a	269.92±12.00 c
5 Septiembre	352.95±10.97 a	291.00±23.81 bc
6 Octubre	351.17±16.63 a	322.17±13.91 abc

Nota. Promedios seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales con Tukey 5%

Al comparar estos resultados con lo reportado por Horvitz, Chanaguano y Arozarena (2017), describe que la firmeza disminuye al estar expuesta a mayores temperaturas. Al observar la tabla 8, la temperatura promedio es mayor para el primer tratamiento de 13.21 °C y para los otros tratamientos es entre 12.21 y 12.98 °C.

4.2.4 Diámetro ecuatorial y polar del fruto (mm)

Al no encontrar diferencias estadísticas entre los tratamientos se puede inferir que la época de cosecha no tuvo efecto sobre el tamaño del fruto (Tabla 14). Esto posiblemente se debe a que el manejo del cultivo y las condiciones ambientales a nivel de campo fueron muy similares con temperatura de 12.21° a 13.21°C, humedad relativa de 77.27% a 79.68 % y precipitación acumulada de 381.6 a 490.1 mm (Tabla 4). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Ayala, Valenzuela y Bohórquez (2013) quienes indican que el tamaño del fruto está más influenciado por el manejo agronómico, es decir con el estado de madurez al cual fue cosechado. A continuación, se observa el análisis de varianza de estas variables:

Tabla 14.

Análisis de varianza del diámetro ecuatorial y polar (mm) de frutos de mora de castilla durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

F.V.	gl	Diámetro polar (mm)				Diámetro ecuatorial (mm)			
		Inicial		Final		Inicial		Final	
		SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	17	67.26		48.22		32.11		23.39	
Repeticiones	2	6.72E+00	3.36E+00	6.43	3.22	1.34	0.67	3.01	1.51
Tratamientos	5	23.14	4.63 ^{ns}	19.03	3.81 ^{ns}	19.37	3.87*	5.9	1.18 ^{ns}
Error	10	37.4	3.74	22.75	2.28	11.4	1.14	14.48	1.45
CV(%)		9.06		7.12		5.98		6.88	

Nota. ns: No diferencias significativas

Como se observa en la tabla 15, entre los meses de mayo y octubre no presentan diferencias significativas entre épocas de cosecha (tratamientos), con una fluctuación de 20.05 a 22.9 mm de diámetro polar y 16.52 a 19.3 mm de diámetro ecuatorial. Al comparar el diámetro (mm) del fruto inicial con el final, se observó una disminución del diámetro al momento de llegar al consumidor final en los meses comprendidos entre mayo y agosto. Si se compara estos datos con lo descrito por Ayala, *et al.*, (2010) el diámetro ecuatorial y polar depende del grado de madurez del fruto en cual fue cosechado, la manipulación poscosecha que

recibió la fruta y las condiciones ambientales a las que estuvo expuesta. Según lo expuesto por Guzmán (2018), es evidente un cambio morfológico durante el tiempo transcurrido después de la cosecha y depende de la manipulación que recibió y condiciones ambientales que fue expuesto.

4.2.5 pH

El análisis de varianza para el pH inicial (cosecha) y final (destino) de la mora de castilla se muestra en tabla 16. Se observó que no existieron diferencias estadísticas entre las diferentes épocas de cosecha. Estos resultados se deben a que las condiciones ambientales a nivel de campo fueron muy similares, ver tabla 4. Estos resultados permiten aceptar la hipótesis nula, que señala que no existe un efecto de la época de cosecha en esta variable. El coeficiente de variación (%) fue de 2.85 y 1.61 respectivamente, lo que infiere que no existió mayor variabilidad entre los datos analizados, ver tabla 15.

Tabla 15.

Análisis de varianza del pH de frutos de mora de castilla durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

F.V.	gl	pH Inicial		pH final	
		SC	CM	SC	CM
Total	17	0.19		0.13	
Repeticiones	2	0.01	0.01	0.01	2.60E-03
tratamiento	5	0.06	0.01 ^{ns}	0.09	0.02*
Error	10	0.11	0.01	0.04	3.60E-03
CV(%)		2.85		1.61	

Nota. ns: No diferencias significativas.

4.2.6 Sólidos solubles totales (SST)

Al observar el análisis de varianza inicial (cosecha) y final (destino) de los sólidos solubles totales (°Brix) del fruto de mora, ver tabla 16, se identifica que existieron diferencias estadísticas entre las épocas de cosecha (tratamientos), lo que

permite aceptar la hipótesis alternativa, que señala que hubo un efecto de la época de cosecha en esta variable. Con un coeficiente de variación (%) de 2.73 y 2.71 respectivamente, lo que indica que los datos tienen una dispersión relativa baja.

Tabla 16.

Análisis de varianza sólidos totales (Brix) de frutos de mora de castilla durante la poscosecha, al omento de la cosecha y llegada al consumidor final. Tungurahua, 2017.

F.V.	Brix Inicial			Brix Final	
	GI	SC	CM	SC	CM
Total	17	54.35		29.71	
Repeticiones	2	1.10E-03	5.60E-04	0.4	0.2
Tratamiento	5	53.44	10.69**	28.38	5.68**
Error	10	0.91	0.09	0.93	0.09
CV(%)		2.73		2.71	

Nota. ** = Significativamente diferentes.

Debido a las diferencias significativas entre tratamientos se aplicó la prueba de separación de medias de Tukey al 5% ver tabla 17. Al evaluar los grados Brix inicial, se identificaron 5 rangos, de modo que la fruta cosechada en septiembre y octubre presentaron mayor grado Brix con 12.53 y 12.43 respectivamente. Al contrario del mes de julio presentó el menor valor en Brix de 7.5 (tabla 19). Esta fluctuación de grados Brix se debe al estado de madurez cosechado del fruto por lo que depende del manejo poscosecha del fruto. Datos similares fueron descritos por Ayala *et al.* (2013), donde los grados Brix del fruto presentaron un incremento en función del grado de madurez.

Por otro lado, al comparar el valor inicial de Brix con el final, se identificó un incremento en los meses de junio y octubre. Estos resultados concuerdan con lo descrito por Ramírez *et al* (2130,p. 175), donde señalan que los sólidos totales tienen un ligero incremento en función al tiempo de almacenamiento.

Tabla 17.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 5\%$) Brix de frutos de mora de castilla durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

Tratamiento	Brix	
	Inicial	Final
1 Mayo	11.93±0.38 ab	11.5±0.26 b
2 Junio	10.63±0.15 c	10.8±0.20 b
3 Julio	7.50±0.36 d	8.87±0.51 a
4 Agosto	11.43±0.15 bc	10.97±0.06 b
5 Septiembre	12.53±0.21 a	12.37±0.25 c
6 Octubre	12.43±0.31 a	12.73±0.47 c

Nota. Promedios seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales con Tukey 5%

4.2.7 Acidez titulable

El análisis de varianza de la acidez titulable inicial y final del fruto de mora se observa en la tabla 18, identificándose diferencias significativas entre las épocas de cosecha, lo que permite señalar que hubo un efecto de la época de cosecha en la acidez. Los coeficientes de variación fueron de 4.79 y 2.49 % respectivamente.

Tabla 18.

Análisis de varianza acidez (%) de frutos de mora de castilla durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

F.V.	gl	Acidez Inicial		Acidez final	
		SC	CM	SC	CM
Total	17	1.68		1.67	
Repeticiones	2	0.03	0.01	0.04	2.00E-02
Tratamiento	5	1.51	0.3**	1.6	0.32**
Error	10	0.14	0.01	0.04	3.70E-03
CV(%)		4.79		2.49	

Nota. ** = Diferencias significativas

Se observa en la tabla 19, que la acidez del fruto tiene 3 rangos, donde los frutos cosechados el mes mayo tienen mayor acidez y junio la de menor con 2.93 y

1.94 respectivamente. En cambio, la cosecha que se realizó entre los meses de julio y octubre presentaron una fluctuación de 2.44 a 2.49. Por otro lado, al comparar la acidez inicial con la final en el mes de mayo, agosto y septiembre existe una pequeña disminución de la acidez, estos resultados son similares a lo descrito por Ramírez *et al* (2013, p.176), donde se señala que existe una disminución en la acidez de hasta un 2.1% en frutos almacenados en función del tiempo.

Tabla 19.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 5\%$) acidez titulable de frutos de mora de castilla durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

Tratamiento	Acidez (%)	
	Inicial	Final
1 Mayo	2.93±0.14 a	2.75±0.09 a
2 Junio	1.94±0.16 c	1.97±0.14 c
3 Julio	2.49±0.11 b	2.87±0.07 a
4 Agosto	2.55±0.14 b	2.27±0.04 b
5 Septiembre	2.44±0.04 b	2.44±0.04 b
6 Octubre	2.45±0.06 b	2.38±0.03 b

Nota. Promedios seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales con Tukey 5%

4.3 Pérdidas en fruta de mora castilla por daños ocasionadas por factores bióticos y abióticos desde la finca hasta el consumidor final

Para determinar los daños en fruta se evaluaron las siguientes variables:

4.3.1 Frutos dañados por microorganismos e insectos

Al realizar el análisis de varianza de los frutos de mora dañados por microorganismos e insectos (%) inicial y final (tabla 20), se observó que no existieron diferencias estadísticas entre las diferentes épocas de cosecha. Estos

resultados permiten aceptar la hipótesis nula. El coeficiente de variación (%) fue de 32.36.

Tabla 20.

Análisis de varianza de frutos de mora de castilla descartados (%) por daños de microorganismos e insectos durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

Daño por microorganismos e insectos					
		Inicial (%)		Final (%)	
F.V.	gl	SC	CM	SC	CM
Total	17	6.58		28.86	
Repeticiones	2	0.03	0.01	1.08	0.54
Tratamiento	5	3.66	0.73 ^{ns}	20.83	4.17**
Error	10	2.89	0.29	6.95	0.69
CV(%)		32.26		39.17	

Nota. Valores transformados: $(\sqrt{x + 1.5})$; ns: No diferencias significativas; ** = Significativamente diferentes.

Al existir diferencias significativas entre tratamiento se se aplicó la prueba de separación de medias de Tukey al 5%. Los promedios de desviación estándar se puede observar en la tabla 23, los daños ocasionados por microorganismo e insectos después de la cosecha (inicial), los frutos cosecha en octubre tiene mayor porcentaje de daños con un 4.73% y las de menor corresponden al mes de mayo y agosto que no presentaron pérdidas durante esta etapa.

En cambio, si observamos los daños del fruto al llegar al consumidor final ver tabla 21, la cosecha de agosto y octubre presentaron pérdidas de 10.43% y 15.1%, se debe a que estos frutos pasaron más tiempo durante el transporte con 19.93 y 13.00 horas, a temperaturas de 25 y 29°C respectivamente. Estos resultados son similar a lo descrito por Ramírez *et al* (2013), que señala que los frutos de mora de castilla durante el almacenamiento pueden sufrir daños de hasta un 50% ocasionada principalmente por el crecimiento de microorganismo mesófilos, mohos y levaduras, al igual que la presencia de la mosca de la fruta,

considerada una de las principales plagas que ataca a este cultivo afectando la calidad del fruto. La aplicación de medidas fitosanitarias ayuda a disminuir daños ocasionados por plaga (ICA, 2011). Cabe mencionar que el transporte de mora de castilla fue en camiones donde se transportó junto con otros productos como vegetales, frutas tropicales, frutas andinas y tubérculos, existe una alta posibilidad que plagas de otros productos lo puedan contaminar la mora durante el transporte, razón por la cual un correcto manejo fitosanitario del cultivo no garantiza que al llegar al consumidor final se encuentre libre de plagas.

Tabla 21.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 5\%$) de mora de castilla descartados (%) por daños de microorganismos e insectos durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

Tratamiento	Factores Bióticos (%)		
	Inicial	Final	
1 Mayo	0.00±0.00	0.63±1.07	b
2 Junio	1.13±1.95	1.97±1.71	b
3 Julio	2.50±2.55	0.00±0.00	b
4 Agosto	0.00±0.00	10.43±9.74	a
5 Septiembre	1.67±2.89	0.00±0.00	b
6 Octubre	4.73±1.33	15.1±5.73	a

Nota. Promedios seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales ($p > 0.05$)

4.3.2 Descarte de frutos aplastados.

Al realizar el análisis de varianza para los frutos de mora aplastados (%) a la cosecha y al llegar al consumidor final (Tabla 22), se observó que existieron diferencias estadísticas entre las diferentes épocas de cosecha. Estos resultados permiten aceptar la hipótesis alternativa, que señala que hubo un efecto de la época de cosecha en el daño de frutos por la manipulación y condiciones ambientales durante la cosecha. El coeficiente de variación (%) fue de 11.24 y 12.68.

Tabla 22.

Análisis de varianza de frutos de mora de castilla descartados (%) por frutos aplastados durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

Descarte frutos aplastados					
		Inicial (%)		Final (%)	
F.V.	gl	SC	CM	SC	CM
Total	17	15.69		15.21	
Repeticiones	2	0.47	0.24	2.95	1.47
Tratamientos	5	13.74	2.75**	7.41	1.48 ^{ns}
Error	10	1.48	0.15	4.85	0.49
CV(%)		11.24		12.68	

Nota. Valores transformados: $(\sqrt{x + 1.5})$; ns: No diferencias significativas; ** = Diferencias significativas.

Después de analizar los valores promedios (%) de frutos de mora de castilla aplastados, se distinguen dos rangos estadísticos. La cosecha con menor porcentaje de frutos aplastados corresponde al mes de mayo con un 1.23%. La cosecha comprendida entre junio a octubre fluctúa entre 9.6 a 16.3%. Si se compara el porcentaje final de pérdidas de frutos aplastados, la mayor pérdida corresponde al destino Esmeraldas con un porcentaje final de pérdidas de 43.2%, ocasionadas durante el tiempo transcurrido de poscosecha. El destino de Esmeraldas el mayor tiempo tomo en transporte con 19.43 horas, ver tabla 3, a una temperatura promedio de 25°C. Si se compara estos datos con lo descrito por Sora, *et al.*, (2006) la temperatura correcta de almacenamiento es de 1 a 2 °C por lo que al permanecer a una temperatura mayor a la señalada, disminuye la vida útil del fruto.

Tabla 23.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 5\%$) de mora de castilla deformes descartados (%) por daños de frutos aplastados durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

Frutos aplastados (%)				
Tratamiento	Inicial		Final	
1 Mayo	1.23±2.11	b	23.17±3.25	
2 Junio	14.57±0.86	a	23.37±5.02	
3 Julio	9.60±3.10	a	30.37±1.11	
4 Agosto	13.37±2.78	a	43.23±17.30	
5 Septiembre	16.03±1.55	a	35.33±16.39	
6 Octubre	11.5±3.54	a	21.57±0.70	

Nota. Promedios seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales ($p > 0.05$)

4.3.3 Frutos mal llenados (incompletos) o deformes.

El análisis de varianza para los frutos de mora mal llenados o deformes se presenta en la tabla 24. Los porcentajes inicial y final del fruto permitieron identificar que existió efecto de las épocas de cosecha, por lo que se acepta la hipótesis alternativa. El coeficiente de variación de 17.85 y de 35.87% respectivamente.

Tabla 24.

Análisis de varianza de frutos de mora de castilla deformes descartados (%) durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

Frutos deformes					
		Inicial (%)		Final(g)	
F.V.	gl	SC	CM	SC	CM
Total	17	23.12		23.86	
Repeticiones	2	0.7	0.35	0.86	0.43
Tratamiento	5	18.95	3.79**	12.26	2.45 ^{ns}
Error	10	3.47	0.35	10.74	1.07
CV(%)		17.85		35.87	

Nota. Valores transformados: $(\sqrt{x + 1.5})$; ns = No diferencias significativas; ** = Significativamente diferentes.

Al existir diferencias significativas entre tratamientos se realizó la prueba de separación de medias de Tukey al 5%. A continuación en la tabla 25, se puede distinguir que existieron 4 rangos estadísticos diferentes. El mes de mayo presenta el menor número de frutos mal llenados y el de mayor número fue en el mes de julio. Posiblemente esto se debe a las condiciones climáticas de la época de cosecha si observamos el anexo 3, el clima de Tisaleo durante el periodo de desarrollo del fruto, desde la floración hasta la cosecha, presenta la mayor humedad relativa de 79.68% y una de las mayores precipitaciones (480.4mm) entre los tratamientos. Como señala Arévalo (2011), existen varias enfermedades que atacan al cultivo de mora ocasionando daños al fruto, entre las más comunes se encuentran el Mildeo polvoso, Mildeo veloso y Botrytis cinérea, deforman en fruto hasta perder su valor comercial. Como señala Tamayo (2003) estas enfermedades aparecen en épocas lluviosas, en condiciones ambientales con humedad relativa de 80% el hongo afecta al fruto (Tamayo, 2003).

Tabla 25.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 5\%$) de mora de castilla deformes (%) durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

Tratamiento	Frutos incompletos	
	Inicial	final
1 Mayo	0.97±1.68 c	2.0±0.69
2 Junio	5.43±4.72 bc	9.2±1.24
3 Julio	19.43±4.90 a	3.93±0.38
4 Agosto	10.97±3.20 ab	5.80±6.30
5 Septiembre	11.77±0.15 ab	19.4±12.74
6 Octubre	15.53±2.74 a	8.87±7.84

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.3.4 Costos de producción y pérdidas durante la poscosecha.

Al analizar la tabla 28, se observa que la cosecha realizada el mes de agosto presenta el mayor porcentaje de daños en los frutos con un 70.65% al llegar al destino final (mercado Esmeraldas). Estas pérdidas ocurrieron durante la poscosecha debido a la temperatura (25°C) y el tiempo de transporte (19.43 horas) como se expuso anteriormente (Tabla 8). Esto se explica con la información publicada por Sora, *et al.*, (2006) señala que la temperatura correcta de almacenamiento para mantener la calidad del fruto congelado debe estar entre 1 y 2 °C. Si esta varía y se mantiene por largo periodo de tiempo la vida útil del fruto disminuye. La fruta en almacenamiento de 2°C y con aireación de 13% la fruta llega a durar 10 días, conservar a 0°C con una humedad de 90 a 95% la mora dura 4 días. Es importante mantener la cadena de frío para controlar las características de respiración de la mora (Bohórquez y Úsuga, 2017). La mora de castilla, por su alta perecibilidad, se debe realizar en vehículos refrigerados, para mantener la cadena de frío con adecuada ventilación a una temperatura entre 0-1 grados con una humedad relativa 92 % (FAO,2013).

Por otra parte se analizó las perdidas por aplastamiento del fruto, obteniendo como resultado un porcentaje que supera el 5% en todas las épocas, llegando en algunos casos a sobrepasar el 24.5 % del peso total cosechado. Esto se debe principalmente al manipuleo de la fruta, el tipo de envase, grado de madurez, condiciones y tiempo del transporte del fruto. Por otra parte, el daño ocasionado por microorganismos durante el manejo poscosecha es mínimo en comparación con los otros daños analizados, lo que permite inferir que la fruta posiblemente viene con microorganismos y plagas desde el campo (Tabla 26).

Se concluyó que la mora debe ser manejada en postcosecha preferiblemente con temperaturas entre 0-1 grados centígrados, humedad relativa del 92 por ciento.

Tabla 26.

Pérdidas económicas en mora de castilla durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

Tratamiento	Destino	Peso total (kg)	Perdidas %			Total dañado
			Transporte	Microrganismos	Aplastado	
Mayo	Puyo	30.1	10.63	0.65	24.53	35.81
Junio	Ambato	29.9	0.00	2.98	37.94	40.92
Julio	Santo D.	30.9	2.27	2.33	40.23	44.83
Agosto	Esmeraldas	20.5	2.31	10.94	57.40	70.65
Septiembre	Quito	21.9	2.18	1.74	50.23	54.15
Octubre	Guayaquil	21.6	3.56	19.85	33.09	56.50

Respecto a las pérdidas económicas que estos daños ocasiona al fruto (Tabla 29). El mes de mayo presentó la mayor pérdida económica del producto con 10.6%, este porcentaje corresponde a la fruta derramada durante el transporte por malas prácticas de embalaje del producto, al igual que el mes de julio corresponde al destino de Santo Domingo, presenta pérdidas de 2.3%, seguido del mes de octubre con destino de Guayaquil con 3.6%. Estos resultados se comparan con lo descrito por Freire (2012), en donde señala que existieron pérdidas de 3.9 a 17.80 % en producto, en canastos enviados a diferentes destinos. Esto se debió a que los envases de carrizos son llenados en exceso, es decir con más producto que da su capacidad, además son envases difíciles de limpiar y desinfectar, permitiendo la reproducción de microorganismos, al igual que los bordes no son lisos por lo que dañan el producto.

Tabla 27.

Perdidas en volumen y económicas de la mora de castilla durante la poscosecha, desde la finca hasta el consumidor final. Tungurahua, 2017.

Cosecha	Destino	PVP	Perdidas de fruta		
		(\$/kg)	Cantidad (kg)	Cantidad (%)	Cantidad USD (%)
Mayo	Puyo	2.42	3.2	10.6	12.9
Junio	Ambato	2.20	0.0	0.0	0.0
Julio	Santo Domingo	3.30	0.7	2.3	5.8
Agosto	Esmeraldas	2.75	0.5	2.3	3.3
Septiembre	Quito	2.86	0.5	2.2	3.4
Octubre	Guayaquil	3.08	0.8	3.6	5.9

PVP=precio venta al público de la fruta

Por otro lado al realizar el análisis de beneficio costo de una hectárea de producción de mora de castilla en la provincia de Tungurahua se aprecia en la tabla 28, que el 30% del costo se invierte en la plantación del cultivo, seguido del 22.22% en la nutrición de la planta y el 15.16% en la cosecha, cabe destacar que el costo invertido en la cosecha principalmente es mano de obra.

En general este cultivo es muy importante por la relación beneficio costo obteniendo como resultado un valor de 2, gracias a este índice neto de rentabilidad este cultivo ha generado interés por los agricultores de la zona, además ofrece gran cantidad de trabajo ya que requiere de varias actividades de manejo que se realizan durante todo el año descritas a continuación en la tabla

28

Tabla 28.

Costos de producción por hectárea anual de mora de castilla, Tungurahua 2018

Actividad	Concepto	Costo total (USD ha⁻¹)	Actividad (%)
Análisis de suelo	Análisis químico	30	0.29
Preparación de suelo	Maquinaria	570	5.43
Plantación	Plantas, postes, alambre y mano de obra	3150	30.03
Nutrición planta	Fertilizantes y mano de obra	2329	22.20
Control fitosanitario	Fungicidas, insecticidas y mano de obra	795	7.58
Manejo del cultivo	Deshierbas, riego, podas y mano de obra	1545	14.73
Cosecha	Canastos y mano de obra	1590	15.16
Asistencia técnica	Visitas	480	4.58
Costos directos		10489	
Imprevistos (5%)		500,45	
Costo del capital (7%)		734,23	
Costos indirectos (USD/ha)		1234.68	
Costo total (USD/ha)		11723,68	
Rendimiento (kg/ha)		10829	
PVP (USD/kg)		1,5	
Total ingreso kg/ha		16243,5	
Beneficio costo		2,0	

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

El flujo de comercialización de mora de castilla tiene seis fases, iniciando con la cosecha de la fruta en la finca hasta que llega al destino final.

La mora de castilla producida en Tungurahua abastecen a casi todos los mercados mayoristas del país, en el estudio se consideró a las ciudades de Santo Domingo de Colorados (14.9 %), Esmeraldas (2.1%), Guayaquil (6.4%), Puyo (8.5%), Quito (6.4%), Baños (2.1%) y a mercados minoristas de Ambato (21.3%).

La época de cosecha, las condiciones de embalaje, el ambiente y el tiempo de transporte tiene efecto sobre las características físicas (firmeza, peso, tamaño del fruto) y químicas (Brix, Acidez y pH) del fruto de mora de castilla.

Las pérdidas del fruto debido al transporte y embalaje del producto fue del 2.3%, siendo el manipuleo y tipo de empaque la mayor pérdida de las diferentes fases del manejo poscosecha con el 25 %,

Las pérdidas totales del fruto de mora de castilla durante la poscosecha fue del 35.81%.

5.2 Recomendaciones

Con base en el estudio realizado, se debe determinar alternativas tecnológicas para reducir las pérdidas en los puntos críticos y su posterior divulgación.

Referencias

- Arevalo, E., Díaz, A., Galindo, R. y Rivero, M. (2011). Manejo fitosanitario del cultivo de la mora (*Rubus glaucus* Benth). Bogota, Colombia: ICA. Recuperado el 23 de julio de 2018 de <https://www.ica.gov.co/getattachment/b7e061eb-ebd3-4f80-9518-c771712405eb/-nbs3bmanejo-fitosanitario-delcultivo-de-la-mora.aspx>
- Ayala, C., Valenzuela, C., y Bohórquez, Y. (2013). Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (*Rubus glaucus* BENTH) en seis estados de madurez. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 11(2), 10-18. Recuperado el 23 de julio de 2018 de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a02.pdf>
- Barreiro, P. y Robla, J. (2003). Transporte frigorífico intermodalidad y sistemas de transporte inteligente. *ITSI agrónomos*. Madrid. Recuperado el 23 de julio de 2018 de http://oa.upm.es/5005/1/Barreiro_06.pdf
- Cedeño, L., Carrero, C. y Briceño, A. (2004). La Mora de Castilla de Los Andes. Instituto de investigaciones Agropecuarias, Universidad de Los Andes: En imprenta. Recuperado el 20 de julio de <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/29381>
- Clavijo J. (2007). Aportes para la producción y caracterización de la mora de castilla sin espinas. *Memorias Seminario Mora*, Universidad del Quindío. Recuperado el 18 de julio de 2018 de <http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio/facultades/agroindustria/memoriasSeminarioMora/>
- FAO. (2007). Producción Mora de Castilla. Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Recuperado el 20 de julio de 2018 de <http://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Ecuador/ppp/TALLER%20REGIONAL%20FAO%20nov%202010/Miercoles/4COSTARICA Moras.pdf>
- Freire, V. (2012). Alternativas de mejora en el manejo poscosecha y comercialización de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) proveniente de la provincia de Tungurahua. Quito: Escuela: Politécnica

Nacional. Recuperado el 23 de julio de 2018 de <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/244>

Grijalba, C., Pérez, M. y Andrea, C. (2010). Rendimiento y calidad en mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth), con y sin espinas, cultivada en campo abierto en Cajicá (Cundinamarca, Colombia). Universidad Militar Nueva Granada. 6(1), 24-41. Recuperado el 23 de julio de 2018 de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/2079>

Guerron, A.(2015). PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE MORA DE CASTILLA. Recuperado el 21 de octubre de 2015 de <http://www.utn.edu.ec/ficayaemprende/2015n04/?p=23>

Guzman, M., Cuenca, K. y Tacuri, E. (2018). Caracterización de la poscosecha de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) tratada con 1-metilciclopropeno. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 27 (1), 66-75. Recuperado el 23 de julio de 2018 de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542018000100007

Horvitz, S., Chanaguano , D. y Arozarenab, I. (2017). Andean blackberries (*Rubus glaucus* Benth) quality as affected by harvest maturity and storage conditions. Scientia Horticulturae. 226, (293-301). Recuperado el 20 de julio de 2018 de <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.002>

INEC. (2002). Censo Agropecuario. Quito; Instituto Nacional de estadística y censo. Recuperado 20 de julio de 2018 http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Informe%20ejecutivo%20ESPAC_2016.pdf

INIAP (2001). EL CULTIVO DE CHOCHO *Lupinus mutabilis* Sweet: fitonutrición, enfermedades y plagas, en el Ecuador. Quito: Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias. Recuperado el 23 de julio de <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/444>

- INIAP. (2007). Manual del cultivo de la Mora de castilla. Ambato: Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias. Recuperado el 20 de julio de 2018 de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4066/1/iniapscCD104p105.pdf>
- MAGAP (2013). La Mora de castilla. Ecuador, Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Recuperado el 23 de julio de 2018 de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/zae/mora.pdf>
- MAGAP. (2014). Catálogo de Mercados Intermedios. Ambato: Empresa Pública Municipal Mercado Mayorista Ambato EP-EMA. Recuperado el 23 de julio de 2018 de http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/metodologias/catalogos_mercados/mercado_ambato.pdf
- Mantilla, A. (2014). Zonificación agroecológica económica del cultivo de mora (*Rubus glaucus*) en el Ecuador a escala 1:250.000 resumen ejecutivo. Ecuador, Quito: MAGAP. Recuperado el 23 de julio de 2018 de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/zae/mora.pdf>
- Martínez, A., Beltrán, O., Velastegui, G., y Ayala, G. (2013). Manual del cultivo de la mora de castilla *Rubus Glaucus B.* Ambato, Ecuador: INIAP-UTA. Recuperado el 20 de julio de 2018 de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4066/1/iniapscCD104p105.pdf>
- Moreno, B., Posada, F. y Blanke, M.(2016). Growth rates in blackberry (*Rubus alpinus* Macfad) plants under different pruning systems. Revista Colombiana de ciencias hortícolas. 10 (1), 28-39. Recuperado el 23 de julio de 2018 de <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i1.4457>.
- NAPPO. (2014). PD 03: Identificación morfológica de las arañas rojas (*Tetranychidae*) que afectan a las frutas importadas. Ottawa, Canadá: Secretaría de la Organización Norteamericana de Protección a las

- Plantas. Recuperado el 15 de julio de 2018 de https://www.nappo.org/files/3414/4043/0682/DP_03Tetranychidae-s.pdf
- NTE INEN 2386. (2005). Envases para el transporte de frutas y hortalizas. Requisitos. Quito: INEN. Recuperado el 10 de julio de 2018 de <http://181.112.149.204/buzon/normas/2386.pdf>
- NTE INEN- ISO 750. (2013) Productos vegetales y de frutas. Determinación de la acidez titulable (IDT). Quito: INEN. Recuperado el 23 de julio de 2018 de http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_iso_750_extracto.pdf
- NTE INEN-ISO 1842. (2013). Productos vegetales y de frutas – determinación de pH (IDT). Quito: INEN. Recuperado el 15 de julio de 2018 de http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_iso_1842_extracto.pdf
- NTE INEN-ISO 2173. (2013). Productos vegetales y de frutas – determinación de sólidos solubles –método refractométrico (IDT). Quito: INEN. Recuperado el 15 de julio de 2018 de http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_iso_751extracto.pdf
- Ramírez, Jhon., Aristizábal, I. y Restrepo, J. (2013). Conservación de mora de castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. 20(3), 172-183. Recuperado el 18 de julio de 2018 de <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v20n3/v20n3a3.pdf>
- Revelo, J., Mora, E., Gallegos, P. y Garcés, S. (2008). Enfermedades, Nemátodos e Insectos plaga del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav). Quito, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado el 20 de julio de 2018 de <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/513>
- Romoleroux. K (1996). Flora of Ecuador. (1.a ed.). Estocolmo, Noruega: University of Goteborg, Department of Systematic Botany.
- Sora, Ángel., Fischer, G. y Flórez, R. (2016). Almacenamiento refrigerado de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en empaques con

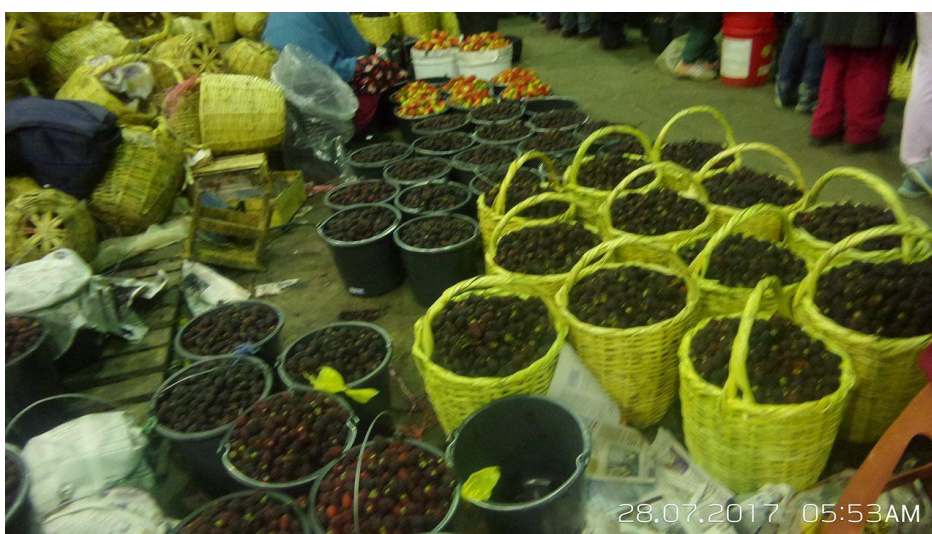
atmósfera modificada. *Agronomía Colombiana*. 24(2), 306-316.
Recuperado el 16 de julio de 2018 de
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/20044>

ANEXOS

Anexo 1. Cultivo de mora de castilla, Tisaleo, Tungurahua, 2017.



Anexo 2. Comercialización de mora de castilla en mercado mayorista Ambato.



Anexo 3. Condiciones climáticas, Tisaleo, 2017.

Tratamiento	Periodo	Temperatura			Humedad relativa (%)			Precipitación (mm)
		Max	Min	Promedio	Max	Min	Promedio	Suma
Mayo	dicie16-mav24-17	23.2	4.7	13.21	96	52.0	77.55	400.3
Junio	ene-junio28-17	23.2	4.5	12.98	96	52.0	78.81	490.1
Julio	feb-27 jul-17	23.2	2.4	12.63	96	65.0	79.68	480.4
Agosto	mar-22agos-17	21.5	2.4	12.40	96	62.0	79.38	442.1
Septiembre	abri-21sep 17	21.5	2.4	12.25	94	62.0	78.45	396.0
Octubre	may-31oct-17	23.1	2.4	12.21	94	54.0	77.27	381.6

Anexo 4. Destino de mora de castilla comercializada en los meses de mayo a octubre 2017

Destino	Cantidad (%) de cosecha total
Puyo	8.5%
Esmeraldas	2.1%
Santo Domingo	14.9%
Riobamba	4.3%
Ambato Mayorista	34.0%
Baños	2.1%
Ambato minoristas	21.3%
Quito	6.4%
Guayaquil	6.4%

