

Caracterización de los parámetros fisicoquímicos del fruto mora uva (*R. floribundus*) bajo un solo tipo de tutorado en diferentes subestadios de maduración



María Rosana Peñaloza Acevedo

Programa de Ingeniería Agronómica

Universidad de Pamplona

Pamplona

2024

Caracterización de los parámetros fisicoquímicos del fruto mora uva (*R. floribundus*) bajo un solo tipo de tutorado en diferentes subestadios de maduración



Estudiante

María Rosana Peñaloza Acevedo

Trabajo de grado bajo la modalidad investigación, presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo

Tutor Dr. Enrique Quevedo García

Programa Ingeniería Agronómica

Universidad de Pamplona

Pamplona

2024

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	37
INTRODUCCIÓN	39
1. PROBLEMA.....	41
1.1 Planteamiento y Descripción del Problema.	41
1.2. Justificación del Problema	42
2. OBJETIVOS	45
2.1. Objetivo general.....	45
2.2. Objetivos específicos.	45
3. MARCO TEÓRICO.....	45
3.1. Antecedentes.....	45
3.2. Marco Contextual:	52
3.3 Marco legal	55
4. METODOLOGÍA	56
4.1 Material seleccionado para el estudio	56
4.2 Evaluación de características de calidad del fruto de la mora-uva según el subestadio de maduración.....	57
4.3 Sólidos solubles totales (SST).....	59
4.4 pH de los frutos.	60
4.5 Acidez total titulable de los frutos.	62

4.6 La relación de sólidos solubles/acidez (RM).....	62
Se calculó mediante la fórmula:	62
4.7 Color de los frutos.....	62
4.8 Tipo de investigación:.....	63
4.8.1 Diseño experimental y Análisis estadístico	63
Análisis estadístico.....	64
Hipótesis referidas a los grados brix de los frutos de mora	64
Hipótesis referidas al peso de los frutos de mora	65
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	68
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	85
ANEXOS	86
.....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110

Lista de tablas

Tabla 1 Valor nutricional del fruto de <i>Rubus floribundus</i> Kunth “zarzamora” 100g.....	51
Tabla 2 Pruebas de normalidad.....	69
Tabla 3 Estadísticos descriptivos de las variables grados brix y el punto de madurez sin transformar de los frutos en el experimento.	70
Tabla 4 Estadísticos descriptivos de las variables grados brix y rm en el experimento	70
Tabla 5 Análisis de la varianza de los grados brix fruto transformados	72
Tabla 6 Análisis de varianza del pH de los frutos en las pruebas de efectos inter-sujetos	74
Tabla 7 Análisis de la varianza de relación de maduración de los frutos de mora	76
Tabla 8 Análisis de la varianza del peso de los frutos de mora.	81

Lista de figuras

Figura 1 Frutos de <i>R. floribundus</i>	47
Figura 2 Tutorado de espaldera en T sencilla.	49
Figura 3 Mapa geopolítico departamento de Norte de Santander	53
Figura 4 Ubicación del municipio de Pamplona.....	54
Figura 5 Ubicación geográfica del lote de muestreo	55
Figura 6 Tutorado de espaldera simple.....	57
Figura 7 Muestras en los diferentes estadios de maduración.....	58
Figura 8 Muestras en los diferentes estadios de maduración.....	59
Figura 9 Muestras de fruta para medir sólidos solubles totales (SST).	60
Figura 10 Medición del pH por medio del potenciómetro.....	60
Figura 11 Frutos de <i>R. floribundus</i> en diferente grado de mdurez	61
Figura 12 Grafica de líneas para analizar el efecto de la interacción estadio por tiempo de medición sobre los grados brix	73
Figura 13 Grafica de líneas para analizar el efecto de la interacción estadio por semana del pH de los frutos. Muestra_ Semana. 1 (Go), 2(G1), 3(G2)	75
Figura 14 Grafica de líneas para analizar el efecto de la interacción estadio por tiempo de medición sobre los puntos de maduración de los frutos	77
Figura 15 Grafica de la interacción entre los estadios de los frutos y las semanas de medición.	79

Figura 16 Grafica de la interacción entre los estadios de los frutos y las semanas de medición. 83

Lista de anexos

Anexo 1 Estadísticos descriptivos de los grados brix reales de campo para cada estadio en todas las seis semanas de medición.....	86
Anexo 2 Contraste de medias de grados brix transformado de los frutos para los diferentes estadios.....	87
Anexo 3 Comparaciones múltiples de medias del grado brix de los frutos para los tres estadios evaluados por medio de la prueba de Tukey.....	88
Anexo 4 Grupos de medias homogéneos mediante la prueba de Tukey de los grados brix transformados.....	89
Anexo 5 pH de los frutos	90
Anexo 6 Estadísticos descriptivos de pH de los frutos de mora.....	90
Anexo 7 Comparaciones de medias de pH mediante la prueba estadística tukey	91
Anexo 8 Prueba de hipótesis de los efectos del estudio sobre la relación de maduración transformado de los frutos.	92
Anexo 9 Comparaciones de medias de la relación de maduración transformados mediante la prueba estadística de Tukey al 5%.....	92
Anexo 10 Grupos de medias de relación de madurez del fruto formados en la prueba de Tukey	93
Anexo 11 Estadísticos descriptivos de la relación de madurez de los frutos en campo para cada estadio y tiempo de medición	94

Anexo 12 Estadísticos descriptivos de las variables diámetro y peso del fruto no transformadas en el experimento.....	95
Anexo 13 Estadísticos descriptivos de las variables diámetro y peso del fruto transformadas en el experimento.....	96
Anexo 14 Estadío de medias de diámetro transformado de los frutos para los diferentes estadíos.....	97
Anexo 15 Comparaciones múltiples de medias de diámetro de los frutos para los tres estadíos evaluados por medio de la prueba de Tukey.....	97
Anexo 16 Grupos de medias homogéneos mediante la prueba de Tukey del diámetro transformado	98
Anexo 17 Estadísticos descriptivos de los diámetros reales de campo para cada estadío en todas las seis semanas de medición.....	99
Anexo 18 Prueba de hipótesis de los efectos del estudio sobre el peso de los frutos.....	100
Anexo 19 Comparaciones de medias de peso de los frutos mediante la prueba estadística de Tukey	101
Anexo 20 Grupos de medias de peso del fruto transformados en la prueba de Tukey.....	102
Anexo 21 Estadísticos descriptivos del peso de los frutos en campo para cada estadío y tiempo de medición.....	102
Anexo 22 Prueba de igualdad varianza de Levine.....	104
Anexo 23 Prueba de igualdad de Leven	105

Anexo 24 Prueba de normalidad Shapiro y Wilk	105
Anexo 25 Datos estadísticos después de la transformación de diámetro y peso	105
Anexo 26 Histograma de frecuencia de variables de grados Brix transformado	106
Anexo 27 Histograma de frecuencia acidez transformada	107
Anexo 28 Histograma de frecuencia de la variable RM transformada.....	108
Anexo 29 Histograma de frecuencia de la variable diámetro transformada.....	108
Anexo 30 Histograma de frecuencia de la variable peso transformada.....	109

RESUMEN

La mora uva (*Rubus floribundus*) es una fruta muy apreciada, pero es altamente perecedera, genera grandes pérdidas debido al manejo inadecuado después de la cosecha. Los resultados pretenden contribuir en la optimización de los cambios fisicoquímicos del fruto en diferentes etapas de maduración, cultivado bajo un único tipo de tutorado, para reducir las pérdidas postcosecha y mejorar su manejo, mediante la recolección y selección de los frutos en tiempos óptimos de cosecha, evitando la sobre madurez, asegurando una mejor calidad en el producto.

El objetivo del presente estudio fue Caracterizar los parámetros fisicoquímicos del fruto (*R. floribundus*) bajo un solo tipo de tutorado en diferentes subestadios de maduración en Pamplona, Norte de Santander. El estudio se llevó acabo en zona ubicada a una altura entre 2400 y 2700 metros sobre el nivel de mar y evaluaron parámetros como grados brix, relación de madurez (RM), pH, diámetro (cm) y peso del fruto.

La muestra para los parámetros físicos fue de 15 plantas de mora uva, se tomaron 30 frutos al azar en cada cosecha, en diferente subestadio.

Los resultados obtenidos en el estudio experimental, evidencio que el estadio G0 presento el valor más alto en grados brix, así como en las variables de diámetro y peso, el pH en el estadio G2 fue el más alto, lo cual está relacionado con la acidez, mientras que la acidez más baja fue para el G0. Los frutos mora uva más recomendables y que son apetecidos por las grandes industrias serian aquellos que arrojan los valores más altos en la concentración los sólidos solubles con acidez baja.

Palabras clave: Grados brix, pH, peso, diámetro, índice de madurez.

ABSTRACT

The uva berry (*Rubus floribundus*) is a highly appreciated fruit, but it is highly perishable, leading to significant losses due to improper post-harvest handling. This thesis aims to analyze the physicochemical changes of the fruit at different stages of ripening, cultivated under a single type of trellising, in order to reduce post-harvest losses and improve its management by ensuring the optimal timing for harvest and selection of fruits, avoiding over-ripeness, and ensuring better product quality. The objective of the present study was to characterize the physicochemical parameters of the fruit (*R. floribundus*) under a single type of trellising at different ripening sub-stages in Pamplona, Norte de Santander. The study was carried out in an area located at an altitude between 2400 and 2700 meters above sea level. Parameters such as Brix degrees, maturity ratio (MR), pH, diameter (cm), and fruit weight were evaluated. The sample for the physical parameters consisted of 15 uva berry plants, from which 30 fruits were randomly selected in each harvest, at different sub-stages. The results obtained in the experimental study concluded that the G0 stage exhibited the highest value for Brix degrees, as well as for the diameter and weight variables. The pH at the G2 stage was the highest, which is related to acidity, while the lowest acidity was found in the G0 stage. The most recommended and desirable uva berry fruits for large industries would be those with the highest soluble solids concentration and low acidity.

Keywords: Brix degrees, Ph, weight, diameter, maturity index.

INTRODUCCIÓN

La producción de mora es una actividad agrícola de gran importancia en muchas regiones del mundo. La mora es una planta perenne de la familia rosaceae, tiene un porte arbustivo de naturaleza trepadora, planta silvestre que crece en climas fríos. El fruto es un agregado de drupas, cada uno con semilla en su interior. La planta presenta floración y fructificación permanente.

La variedad castilla sembrada mayoritariamente en Pamplona fue clasificada por Hartw y puntualizada por Benth. Mientras que la morauva (*R. floribundus*) por Kunth es una planta de la familia Rosaceae, Nativa de los Andes Peruanos. La mora uva se puede encontrar también en Ecuador, Bolivia y en Colombia en la cordillera oriental. Las condiciones de cultivo, van desde 1.800 y los 2.400 m s. n. m. La variedad Castilla es la más cultivada en nuestro país, se adapta fácilmente (Antia y Torres, 1998). El fruto es muy apetecido por su sabor agradable y aroma (Franco y Giraldo, 1998). En Colombia el género *Rubus* se encuentra distribuido desde el Magdalena hasta el Putumayo (Romero, 1991). El área sembrada en mora en 2015, de acuerdo con estadísticas de la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [Agronet], (2018), fue aproximadamente 13.425 ha, con una producción de 116.231 t. año⁻¹ y un rendimiento promedio de 8,5 t. ha⁻¹.

El Ministerio de Salud y Protección Social, describe que los frutos, se encuentran dentro de los diez más consumidos en la canasta familiar de los colombianos, debido principalmente al característico sabor acidulado, cualidades nutricionales, antioxidantes y gastronómicas (Farinango, 2010). Asimismo, el cultivo de mora permite generar desarrollo económico en medianos y pequeños productores, aumentando el empleo rural y ampliar las oportunidades

productivas, debido a que estas plantas se adaptan a altitudes de hasta 4.500 msnm (Marulanda y López, 2009).

En América Latina la mora se encuentra distribuida en las zonas altas tropicales principalmente de Colombia. El mejor desarrollo de la planta está entre 1800 y 2400 msnm, si sobre pasa los 2400 los rendimientos son bajos, disminuyendo calidad y tamaño de los frutos.

El cultivo se desarrolla mejor con una humedad del 70 y 80%, a temperaturas entre 11 y 18°C el cultivo obtiene mejor desempeño, las regiones que tienen precipitaciones entre 1500 a 2500 mililitros son aptas para el cultivo de mora, los periodos de cosecha coinciden con los periodos de lluvias menores. Las plantas requieren alrededor de 1200 y 1600 horas luz. El suelo ideal es rico en textura franca, en materia orgánica, con capacidad de retener humedad, el cultivo se desarrolla mejor en suelo no ácidos, en suelos profundos con buena aireación, demanda nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio. La materia orgánica es de gran importancia ayuda a unir las partículas del suelo mejorando la aireación, la capacidad de retención de agua y la reserva de nutrientes.

En el establecimiento del cultivo las distancias de siembra se establecen dependiendo de las condiciones que presente el terreno como; pendiente, humedad, fertilidad, tutorado y sistema de poda. Propagación por acodos, obteniendo plantas semejantes a la madre.

El presente trabajo se basa en un análisis tecno científico de tipo observacional que propone como objetivo, caracterizar los parámetros de calidad del fruto de la mora uva (*R. floribundus*) en el momento de la cosecha, teniendo en cuenta los diferentes subestadios de maduración en una parcela de producción en la Vereda Cunaba de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

1. PROBLEMA

1.1 Planteamiento y Descripción del Problema.

El cultivo de la mora crece mejor a temperaturas que varían entre 12°C y 19 °C, con humedad relativa de 80% al 90%, alta luz solar y precipitaciones de 800 y 2500 mm, el cultivo se establece fuera del rango establecido se pueden presentar problemas en la calidad de los frutos y el rendimiento del cultivo (Franco y Giraldo, 1998; Morales y Villegas, 2012). Por encima de los 2.400 metros de altura, la producción es menor y afecta la calidad y el tamaño de los frutos (Corpoica, 2008).

Cundinamarca cuenta con la mayor área sembrada y, por tanto, con la mayor producción, llegando a 40.000 toneladas anuales de fruta cosechada, seguido por Santander, Antioquia, Nariño y Boyacá (SIPSA, MADR & DANE, 2013). El aumento en la producción de mora en Colombia está relacionado con factores en zonas que presentan condiciones apropiadas para su cultivo, la aprobación para su consumo fresco, su valor nutricional y sus propiedades antioxidantes siendo un atractivo para la agroindustria.

En Colombia se reconocen alrededor de 44 especies de mora, solo 9 son comestibles, y 35 catalogadas como arvenses (Morales y Villegas, 2012). El cultivo de mora tiene varias limitaciones, la procedencia de un número reducido de variedades con baja calidad genética del material de siembra, no ha adquirido un grado de importancia. En Colombia se cultiva, la variedad Castilla de la especie *Rubus glaucus*, ampliamente adaptada que, sin embargo, presenta limitaciones de susceptibilidad fitosanitaria y bajo contenido de grados Brix (Barrero y Meneses, 2009).

La mora uva es un cultivo nuevo en proceso de domesticación, en el cual, el manejo de la post cosecha de la mora es una actividad determinante en la calidad de la fruta que llega al consumidor. Un manejo inadecuado es causado normalmente por un desconocimiento de las personas que manipulan la fruta, generando daños que van reflejadas solo en las etapas posteriores.

En este contexto el presente trabajo busca suministrar datos relevantes de varias propiedades físicas y químicas de la mora uva, y suministrar datos relevantes para el cultivo y futura exploración, en los mercados nacionales, también, impulsar a la industria para que trascienda al plano internacional, dada la elevada demanda de materia prima en los mercados extranjeros. Pero para que esto pueda ocurrir, se debe empezar por identificar los lugares en los que esta fruta es cultivada, e igualmente llevar a cabo la identificación de los estadios fenológicos potencialmente adecuados para cosechar los frutos. Así pues, se tiene que en el municipio de Pamplona, generalmente se cultiva la variedad castilla (*R. glaucus*) y a su vez se ha venido impulsando la siembra de la variedad conocida como mora uva (*R. floribundus*); especie de la cual no se tiene conocimiento técnico científico, lo que representa un inconveniente para los agricultores, puesto que, requieren conocer el comportamiento fenológico del cultivo, además de poder estimar la calidad de la materia, para obtener una cosecha de buena calidad.

1.2. Justificación del Problema

El cultivo de mora (*R. glaucus*) es de gran importancia socioeconómica en Colombia, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural tiene como meta incrementar el área cultivada a 18 268 hectáreas (ha), la producción a 193 786 toneladas (t) y el rendimiento a 10,46 t. ha⁻¹

respectivamente; el Plan Frutícola Nacional 2006-2026 (2006) se proyecta un incremento, para 2026, del 94 % en el área cultivada, con una meta de aproximadamente 20 600 ha (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006).

En Colombia, los cultivares de mora son de gran interés tanto a nivel local, regional como nacional. A nivel mundial, la producción de mora es de gran demanda, volviendo estos mercados internacionales más rígidos y estrictos respecto a características de calidad de la fruta y características organolépticas. La mora uva (*R. floribundus*), es una especie que busca consolidarse como un cultivo con potencial y características que la proponen como una buena alternativa de producción y calidad para los agricultores de mora en el departamento.

Aunque el sector frutícola requiere superar ciertas obstáculos tecnológicos y organizacionales, entre las que prevalecen la baja capacitación de los productores, deficiente manejo de podas, plagas y enfermedades, las cuales tradicionalmente se han manejado mediante el uso excesivo de sustancias químicas (plaguicidas), lo que genera una baja inocuidad del producto final (LKS, 2013). Estos factores pueden llegar a causar hasta un 70 % de pérdidas en producción (Ayala, Valenzuela y Bohórquez, 2013).

Actualmente, la demanda internacional de mora representa una oportunidad gracias a la vigencia de los tratados de libre comercio con países de alto poder adquisitivo, como Estados Unidos (Soto, 2013). Adicionalmente, a dicho mercado se le suma el consumo en alimentos limpios provenientes de sistemas productivos sostenibles (LKS, 2013), y la inocuidad de los productos finales es un tema que requiere implementar estrategias de exportación direccionadas por los entes gubernamentales. En este sentido, es necesario que las actividades agrícolas

nacionales sean más productivas y competitivas, requiriendo para ello la búsqueda, transferencia y adopción de nuevas y mejores tecnologías de producción (Ruíz y Piedrahita, 2012).

El mercado de exportación se diversificó y pasó a un 50 % hacia Estados Unidos, un 18 % hacia las Antillas Holandesas, un 13 % a España, un 6 % a Aruba, un 7 % a Panamá y un 6 % al Reino Unido (Bautista-Montealegre, 2017).

En este orden de ideas, se hace evidente la necesidad de llevar a cabo la presente investigación, el cual propone Evaluar la calidad del fruto de mora uva (*R. floribundus*); además de determinar la calidad de la fruta cosechada durante el ciclo productivo. Este estudio se realizó dentro de los límites territoriales de una finca el Pararrayo en el municipio de Pamplona, constituyendo dicha área, la delimitación de la investigación. La finalidad de este proyecto es ampliar la información existente en el país sobre la variedad de la mencionada mora uva (*R. floribundus*), la cual, puede llegar a ser considerada una opción viable para ampliar las variedades de mora que se cultivan en el territorio nacional.

La pregunta de investigación por la falta de investigación en el área de postcosecha sería la siguiente: ¿Los grados brix, pH, acidez iónica, acidez titulable, e índice de madurez encontrados entre los diferentes subestadios de maduración del fruto son iguales?

La hipótesis para responder dicha pregunta de investigación sería: Ho: los grados Brix, pH, acidez iónica, índice de madurez son los mismos entre los diferentes subestadios de maduración del fruto (Polidrupa).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Caracterizar los parámetros fisicoquímicos de frutos de mora (*R. floribundus*) bajo un solo tipo de tutorado en tres subestadios de maduración del fruto, en Pamplona.

2.2. Objetivos específicos.

Caracterizar los parámetros fisicoquímicos (grado brix, acidez titulable, acidez total) e índices de madurez en tres subestadios de maduración de frutos de mora uva (*R. floribundus*).

Comparar las características fisicoquímicas de los frutos de mora uva (*R. floribundus*) en los tres subestadios de maduración.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

Para realizar este trabajo de investigación se tendrá en cuenta algunos trabajos ya realizados en la región, Evaluación del crecimiento de la hoja y del rendimiento y calidad del fruto en el cultivo de la mora (*R. floribundus*) en las veredas Batagá y Llano grande en el municipio de Pamplonita Norte de Santander Colombia, (Salamanca y López 2023). Manuales de ministerio de agricultura e investigaciones en determinación de la composición y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*R. glaucus*) los cambios que se producen en las frutas durante el proceso de madurez se determinó la composición proximal y la actividad antioxidante de mora a las cuales se reconocen potenciales beneficios. Los sólidos solubles totales (SST) y los azúcares reductores aumentaron

con la reducción de la firmeza. Los azúcares reductores alcanzan su máximo en el estado de madurez plena en contraste con la acidez titulable que decrece frutas poseen una variedad de compuestos químicos que actúan como agentes antioxidantes inhibiendo a las especies.

El género *Rubus* está ampliamente distribuido en las zonas de alta montaña tropical desde México hasta Ecuador. Las especies de este subgénero son conocidas como las moras de los Andes y se han reconocido 44 especies, nueve comestibles y más de 500 variedades (Graham y Woodherad, 2009). Las especies determinadas para Colombia incluyen 24 taxa: *R. acanthophyllos*, *R. adenotrichos*, *R. alpinus*, *R. bogotensis*, *R. choachiensis*, *R. compactus*, *R. coriaceus*, *R. eriocarpus*, *R. floribundus*, *R. gachetensis*, *R. glabratus*, *R. glaucus*, *R. guyanensis*, *R. idaeus*, *R. lechleri*, *R. macrocarpus*, *R. megalococus*, *R. nubigenus*, *R. porphyromallos*, *R. robustus*, *R. roseous*, *R. rosifolius*, *R. urticaefolius*, y *Rubus* sp. (Instituto de Ciencias Naturales-ICN, 2023).

Rubus floribundus En Bogotá a lo largo y ancho de su sabana, la especie mayormente cultivada es *R. glaucus*. La especie *R. floribundus*, se reporta a alturas entre los 3.000 y 3.600 m s. n. m en sotobosques, aunque también se reporta la especie *R. glaucus* en Cundinamarca, Santander y Norte de Santander, donde se consigue a 1.500 y los 3.500 m s. n. m. La planta alcanza una altura de 4,5 m, el fruto es de color morado intenso. Las hojas principales son trifoliadas; la floración se da de tonalidades blancas o en ocasiones rosadas, frutos pequeños y ácidos (Franco y Bernal, 2020) como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Frutos de R. floribundus



Tomada de: (Franco et al., 2020)

El crecimiento de nuevos tallos primarios se obtienen mediante la realización de podas, estos tienen la capacidad de generar ramas con cualidades mayores en fructificación y mayor índice de vigorosidad en la planta; La mayoría de ramas femeninas progresan y saltan de la etapa vegetativa a la reproductiva, esto durante la diferenciación floral, por otro lado los tallos masculinos productivos se podan al lado arriba de la rama productiva y estos tallos macho tanto los vegetativos y látigos se cortan desde donde empiezan o su origen (Franco et al., 2020).

Las plantas de *Rubus floribundus* Kunth crecen hasta 4 m, ramosa, tallo anguloso, con aristas prominentes, con pelos glandulares de diferentes tamaños, estrigosos, rectos, con aguijones pequeños, 4-5 por entrenudo; estípulas, una a cada lado en la base del peciolo, 7 mm longitud, lineares lanceoladas; peciolo rectos, delgados, 4-5.2 cm; con 5-8 aguijones curvos, indumento estrigoso-glandular, peciolulos de los foliolos laterales cortos, 4-5 mm delgados del central 2.4-2.5 cm; láminas ovado- oblongas, base cordada, ápice atenuado, margen dentada venación craspedodroma, con aguijones diminutos a lo largo de la vena media, 11-13 venas secundarias prominentes en el envés. Inflorescencias en holocaulos monotélicos, con paracladios

de primer orden, los basales sustentados por forofilos foliosos y la inflorescencia apical con forofilos (Cancino et al., 2011).

Las flores están acompañadas por las brácteas, lanceolado-ovados; sépalos pilosos, lance-ovados, acuminado, termina en un apículo corto, hasta 3 mm; pétalos obovado- redondeados, con 9 venas actinodromas, glabros blancos a rosado claro

Ramas látigo: son ramas que se desarrollan de los brotes basales, se caracteriza por tener hojas pequeñas y muy delgadas. Además de que tienen una tendencia de crecimiento horizontal, lo cual causa que terminen en el suelo, por lo que la recomendación es podar estas desde la base (Fuentes, 2018)

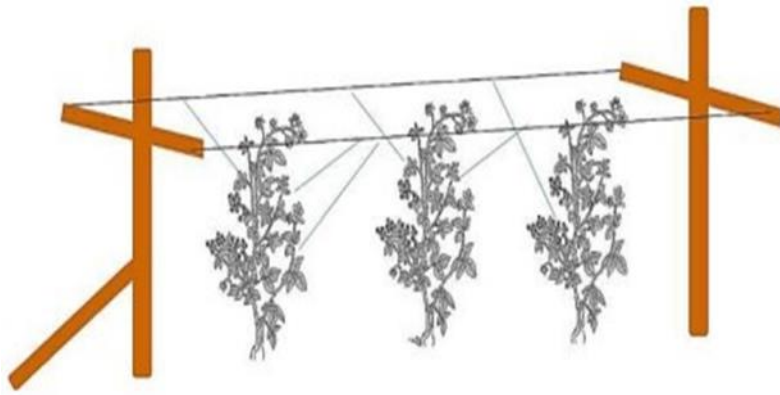
Ramas machos o vegetativas: Con ramas más vigorosas y gruesas, se caracterizan porque en su parte terminal tiene hojas cerradas que deben ser despuntadas para promover los brotes secundarios y terciarios.

Ramas hembras o productivas: Se caracterizan específicamente el crecimiento vertical y sus hojas terminales son abiertas. Las ramas son de grosor intermedio entre látigos y ramas vegetativas.

Tutorado de espalda en T sencilla: Este sistema de tutorado (figura 2) consta de postes cuadrado resistente de 2,5 m de alto, y la cruceta en T con una vara de un diámetro de 5 cm y 80 cm largo, alambre liso n.º 14, clavos y grapa (Bolaños et al, 2020).

Figura 2

Tutorado de espaldera en T sencilla.



Tomado de: Bolaños et al, 2020

Por otra parte, el trabajo titulado “La Caracterización fisiológica de *R. glaucus* en función del crecimiento productivo y del microambiente, en el corregimiento el Encano- Nariño (Colombia)”. *R. glaucus*, mora de Castilla, es la especie frutal más cultivada a nivel nacional y regional, en el departamento de Nariño cultivada principalmente en norte y oriente entre los 1800 y los 3400 msnm. A pesar de la importancia para la economía de la región Andina y de la gran demanda nacional, muy pocos estudios fisiológicos existen sobre variedades de tierras altas tropicales. Por esta razón, se evaluó la respuesta fisiológica de *R. glaucus* y los atributos de calidad de sus frutos en diferentes momentos de un ciclo productivo, y en relación con el microambiente en el corregimiento del Encano-Nariño. Los resultados mostraron que en la localidad de Motilón un botón floral requiere un mayor número de días y un mayor número de grados-día acumulados para llegar al estado de fruto morado, que lo encontrado en San José. La especie *R. glaucus*, presenta características semejantes en el crecimiento vegetativo, aunque no en los rasgos fisicoquímicos de los frutos, en las localidades de San José y Motilón Beltrán (2015).

Por otra parte tener en cuenta el trabajo de "Rendimiento y calidad de la fruta en mora de castilla (*R. glaucus*), con y sin espinas, cultivada en campo abierto en Cajicá (Cundinamarca, Colombia) hecho por (Grijalba-Rativa et al., 2010) en el cual se realizó una comparación de la producción y el rendimiento del cultivo de donde utilizo dos materiales vegetales de mora castilla, con y sin espinas; en Cajicá-Cundinamarca, mediante la evaluación de la calidad de fruta cosechada, además de la identificación y análisis sobre el tiempo en el que la floración se desarrolla como también del fruto. Al culminar la investigación se concluyó que no existían diferencias significativas respecto al rendimiento de los materiales durante las 27 semanas de cosecha. En cuanto a los resultados de la calidad de los frutos cosechados.

El fruto de la zarzamora está compuesto por un alto contenido de agua por lo mismo que tiene más jugo que pulpa, el contenido de agua comprende entre el 81 y 93% de su peso total lo que varía conforme pasa el día, es por eso que el fruto se debe recolectar en las primeras horas del día; en el fruto encontramos una amplia cantidad de nutrientes como vitaminas, potasio, hierro, calcio, fibra, almidón y ácidos orgánicos (málico, cítrico, láctico, succínico, oxálico y salicílico) pero conforme el fruto va madurando estos dos últimos se convierten en azúcares, las pectinas se hidrolizan de manera que se vuelven solubles y los taninos se van perdiendo (Ibañez, 2011; Gil, 2010).

El fruto contiene ácido clorogénico, ferúlico, ursólico y málico que le otorga propiedades anticancerígenas. Además, los frutos son caracterizados por poseer pigmentos como carotenoides y antocianinas que les otorga color, sabor y capacidad antioxidante 18.19. La *Rubus glaucus* Bentham, contiene antocianinas y taninos del ácido pelágico señala la Universidad Estatal de Ohio, estudios recientes demostraron que esta especie de *Rubus* spp posee una elevada capacidad antioxidante. El fruto tiene 0.72 g de proteínas, 12.7 g de carbohidratos, 0.39 g de grasa, 5.6 g de

fibra y 52 kcal por cada 100g (Botica-online, 2023) y su composición nutricional como se muestra en la tabla 1, donde se destaca los contenidos en vitamina C, calcio y ácido fólico

Tabla 1

Valor nutricional del fruto de Rubus floribundus Kunth “zarzamora” 100g

Tabla 1. Composición Nutricional	
Componente	Cantidad
Agua	58,64g
Energía	52 kcal
Grasa	0,39 g
Proteína	0,72 g
Hidrato de carbono	12,7 g
Fibra	5,6 g
Potasio	196 mg
Fosforo	40 mg
Hierro	0,75 mg
Magnesio	20 mg
Manganeso	1,29 mg
Selenio	0,6 mg

Zinc	0,27 mg
Cobre	0,14 mg
Calcio	32 mg
Vitamina C	21 mg
Vitamina E	0,71 mg
Vitamina A	165 UI
Vitamina B1 (Tiamina)	0,030 mg
VitaminaB2 (Riboflavina)	0,40 mg
Ácido Fólico	34 mg
Niacina	0,40 mg

Fuente: Chávez (2011)

3.2. Marco Contextual:

Norte de Santander

En la figura 3; se muestra el mapa de la ubicación geográfica de norte de Santander, por sus recursos naturales y su ubicación, es un eje económico y comercial del país, así como también se le conoce como un gran productor rural, especialmente en el sector agrícola, Pertenece a los 32 departamentos de Colombia, su capital es la ciudad de Cúcuta, el departamento está dividido en 40 municipios, es uno de los departamentos que presenta los mejores rendimientos en la producción del cultivo de mora, logrando un rendimiento de 8,4 toneladas por hectárea, y aporta el 4% de la producción nacional, con un área sembrada de aproximadamente 489 has. Por

el motivo de sus recursos naturales y su ubicación geográfica, se ha transformado en un pilar económico y comercial de Colombia, esto debido a que limita al norte y al este con Venezuela

Figura 3

Mapa geopolítico departamento de Norte de Santander



Tomada de: (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2010)

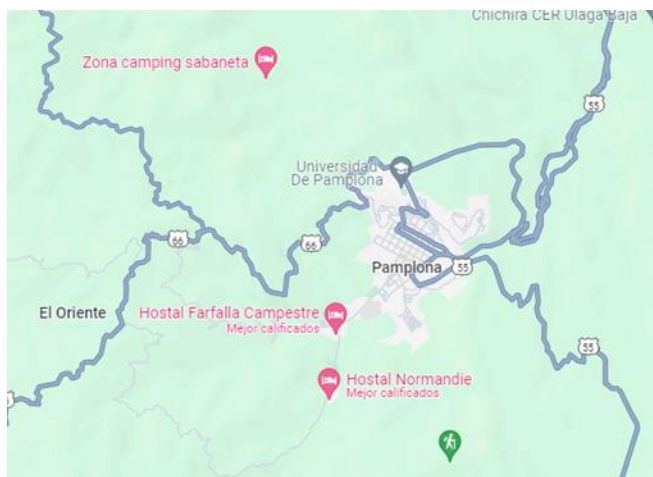
La mora se produce en casi todo el territorio nacional, principalmente en 20 departamentos del país, Norte de Santander es uno de los departamentos que presenta los mejores rendimientos en la producción del cultivo de mora, logrando rendimientos de 8,4 toneladas por hectárea, y aporta el 4 % de la producción nacional, con un área sembrada de aproximadamente 590 has (ICA, 2018).

Pamplona

En la figura 4; se observa este municipio, se encuentra ubicado en el departamento de Norte de Santander, Pamplona es un municipio cuya superficie es de 176,00 km², se encuentra a una altitud de 2200 msnm con coordenadas geográficas: Latitud: 7.4366, Longitud: - 72.6372, Latitud: 7° 26' 12" Norte, Longitud: 72° 38' 14" Oeste.

Figura 4

Ubicación del municipio de Pamplona



Tomado de: Palacio (2022.)

Vereda Cunuba.

El trabajo de investigación se concretó en el municipio de Pamplona, vereda Cunuba, observada en la figura 5; ubicada en la vía pamplona con Coordenadas geográficas 07° 27' 28.7" N; 72° 39' 35.5" W.

El predio de estudio será en la finca El pararrayo, propiedad del señor Evaristo, quien se dedica a la producción del cultivo de mora uva, en un lote de cerca de 160 plantas.

Figura 5

Ubicación geográfica del lote de muestreo



Tomado de: (Google Maps 2024.)

3.3 Marco legal

Norma Icontec

Normas colombianas sobre la mora para tener en cuenta en el momento de la cosecha en los diferentes sub estadios de producción agronómica, teniendo en cuenta los Colores del fruto de la mora en la cosecha (Instituto Colombiano de normas técnicas certificación [ICONTEC], 1997)

ARTÍCULO 35.- Definición de Trabajo de Grado.

En el Plan de Estudios de los programas, la Universidad establece como requisito para la obtención del título profesional, la realización por parte del estudiante, de un trabajo especial que se denomina “TRABAJO DE GRADO”.

4. METODOLOGÍA

Este estudio se realizó mediante la visita a la vereda Cunuba en la finca el pararrayo en la cual se seleccionaron 15 plantas en plena producción, en el mismo lote, del cual se cosecho un kilo de fruto por el conjunto de plantas en el estadio de maduración 8 de la escala BBCH tal como cosecha el agricultor, durante seis muestreos constantemente. se realizó la clasificación en cada subestadio para posteriormente llevar la muestra al laboratorio de la Universidad de Pamplona.

4.1 Material seleccionado para el estudio

La investigación se desarrolló en la zona rural del municipio de Pamplona en plantas provenientes de reproducción asexual (Acodo de punta), en la vereda Cunuba, finca el pararrayo con un tipo tutorado simple. El cultivo de la mora uva se caracteriza por un crecimiento tipo subfrutice por lo que para su producción se hace necesaria la instalación de un sistema de tutorado, de esta manera facilita la aireación interna y brinda soporte como se muestra en la figura.

Figura 6

Tutorado de espaldera simple



Fuente: Autora 2024.

4.2 Evaluación de características de calidad del fruto de la mora-uva según el subestadio de maduración

La recolección de los frutos se realizó en la vereda Cunuba en la finca el Pararrayo, pertenecientes al municipio de Pamplona, Norte de Santander, se seleccionó un lote de 160 plantas, conducidas por un sistema de tutorado sencillo, misma pendiente, en plena producción agronómica, en 15 plantas de donde se obtuvieron seis muestreos para evaluar la calidad, la finca está ubicada entre los 2400 y 2500 m.s.n.m., con temperatura promedio de 13°C -15 °C, y precipitación anual entre 1300 a 1900 mm.

Se cosecharon las plantas seleccionadas y se tomó 1 Kg de muestra de la fruta cosechada por estadio y se empaco en bolsas plásticas herméticas para ser transportadas, y almacenadas bajo refrigeración al Laboratorio de control y calidad en la universidad de pamplona, como se

muestra en la figura 7, se analizaron los parámetros correspondientes a la calidad. Los parámetros fisicoquímicos fueron determinados en Laboratorio de control y calidad en la Universidad de Pamplona, incluyendo: pH, sólidos solubles totales, índice de madurez, acidez total titulable.

Figura 7

Muestras en los diferentes estadios de maduración



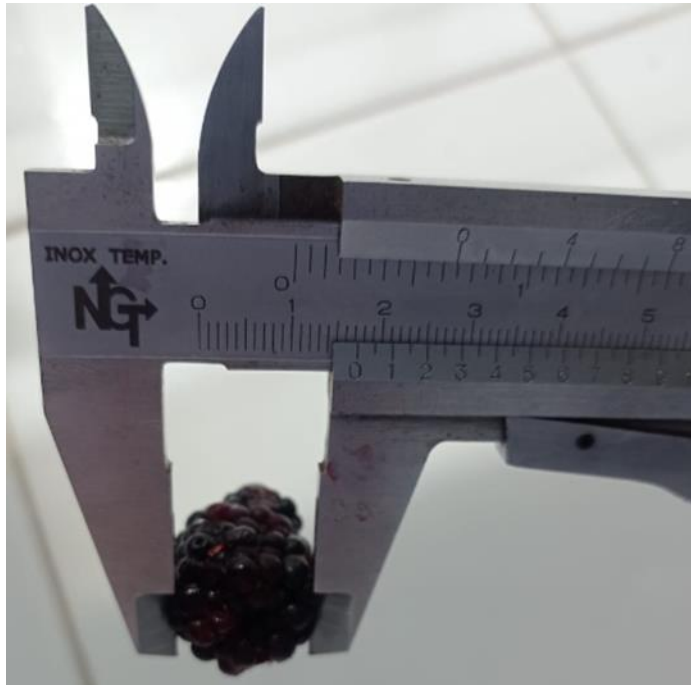
Fuente: Autora 2024.

En laboratorio se tomaron 10 muestras de cada subestadio, cada una de 10 gramos del kilo que se recolecto, para cada repetición, se tomaron 6 datos de cada parámetro de calidad para obtener un promedio confiable en los parámetros químicos.

El tamaño de la muestra para las muestras físicas fue de 15 plantas, donde se tomaron 30 frutos al azar en cada cosecha, con diferente subestadio a las cuales se les midió el diámetro ecuatorial, el color, peso, resistencia como se muestra en la figura 8.

Figura 8

Muestras en los diferentes estadios de maduración



Fuente: Autora 2024.

4.3 Sólidos solubles totales (SST).

Se determinaron utilizando el Refractómetro con un rango de medición de 0 a 90% con precisión 0,1°Brix. Esta variable se determinó después de macerar 10 gramos de fruta, para luego extraer una gota de extracto del fruto que se colocó en el prisma y se enfocó hacia la luz para tomar la lectura de sólidos solubles totales, como se observa en la figura 9.

Figura 9

Muestras de fruta para medir sólidos solubles totales (SST).



Fuente: Autora 2024.

4.4 pH de los frutos.

El pH se midió por el método 981.12/90 de la AOAC (2005), modificado: potenciómetro de mesa pH/EC/TDS (figura 10). El pHmetro se calibro previamente tomando una muestra de 10 g de pulpa macerada y colada en 10 mL de agua, luego de lavar el electrodo con agua destilada y secado el bulbo, se introdujo sin tocar las paredes ni el fondo del vaso hasta estabilizar la medida, tomando el dato obtenido.

Figura 10

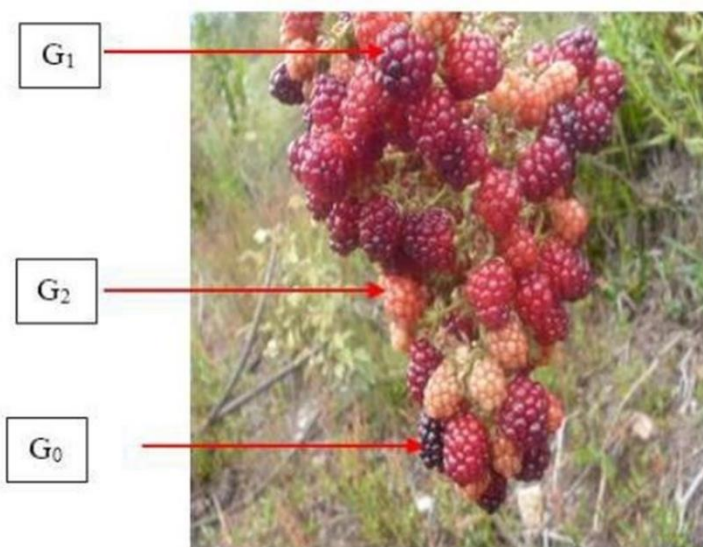
Medición del pH por medio del potenciómetro



Fuente: Autora 2024.

Figura 11

Frutos de R. floribundus en diferente grado de madurez



Fuente: Briseño (2019)

Estadio maduro: drupas con todas sus drupelas completamente moradas (G0) subestadio 87, Estadio intermedio: drupas con drupelas rojas y algunas moradas (G1) subestadio 85 y Estadio inmaduro: drupas con drupelas rojas y algunas verdes (G2) subestadio 83 (Zuloeta, 2017).

4.5 Acidez total titulable de los frutos.

La acidez total titulable se estableció mediante una bureta de 25 mL con NaOH al 0,1N, 10 mL de jugo de fruta. En un vaso precipitado se agregaron los 10 mL de jugo y 10 mL de agua destilada, la titulación se realizó con NaOH 0,1 N hasta lograr obtener un pH de 8,2. Se tomó el volumen gastado de NaOH, y el resultado se expresó en % de ácido titulable, este % de acidez (ATT) se calculó con la siguiente formula:

$$\% \text{ Acidez} = (ABC/D) * 100$$

Donde A se corresponderá al volumen gastado de la base (NaOH), B a la normalidad del NaOH, C al peso equivalente expresado en gramos de ácido prominente en el fruto y D al peso en gramos de la muestra utilizada.

4.6 La relación de sólidos solubles/acidez (RM).

Se calculó mediante la fórmula:

$$RM = SST(^{\circ}\text{Brix}) / ATT \%$$

4.7 Color de los frutos.

La pigmentación ideal del fruto se estableció con la comparación de la tabla de Munsell (2020) de los subestadios encontrados durante la cosecha realizada por el productor, colocando el fruto sobre un fondo de color blanco y se comparará el pigmento predominante en el fruto con la escala de la tabla, hallando el color más parecido del fruto con la escala de colores de la tabla.

4.8 Tipo de investigación:

La presente investigación se enmarco tipo de investigación experimental, debido a que se obtuvieron resultados a partir de la toma sistemática de información para determinar los parámetros fisicoquímicos de calidad por subestadio de maduración del fruto.

4.8.1 Diseño experimental y Análisis estadístico

El diseño de investigación es un diseño experimental completamente aleatorizado con arreglo factorial 3x6 en parcelas divididas, con 30 repeticiones. Se utilizó este diseño debido a que las mediciones en el tiempo no se consideran medidas repetidas ya que el muestreo fue destructivo y cada vez que se midió, se destruyó la unidad de observación. En este diseño se tienen unidades experimentales el jugo de mora en un vaso precipitado y submuestras, se tomó la media de las submuestras como medida de la unidad experimental.

Modelo lineal estadístico

Sean los factores:

A: Tipo de estadio

B: Tiempo de medición (Semanas)

El modelo lineal estadístico que describe cada observación en este experimento es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + e(a) + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde

Y_{ijk} = Valor de la respuesta en la unidad experimental k, en el nivel de estadio i, en el tiempo de medición j.

μ =Media General

A_i = Efecto del nivel i del tipo de estadio

B_j = Efecto del nivel j del tiempo de medición

$E(a)$ =error de parcela principal

e_{ijk} = $e(b)$ =Error Aleatorio asociado a la subparcela.

Análisis estadístico

Antes de proceder a realizar el análisis estadístico, se introdujo un **análisis exploratorio de los datos** (AED); se le llama así, ya que se realizó una exploración de ellos para comenzar a depurar la data, que tipo de datos hay, ¿Cuál es la distribución de las variables?, ¿Hay datos perdidos o los outliers?, inconsistencias en los datos, hay desbalance en los datos, se detectan errores de registro de datos, procedentes de datos mal introducidos, respuestas que no se codificaron bien, se cumplen los supuestos que requieren las estadísticas y las técnicas estadísticas, antes de comenzar con el análisis definitivo de los datos.

Hipótesis referidas a los grados brix de los frutos de mora

H_0 : Los efectos de los niveles del tipo de estadio sobre los grados brix de los frutos de mora son nulos o cero (0).

H_A : No todos los efectos de los niveles del tipo de estadio sobre los grados brix de los frutos de mora hojas son nulos o cero (0).

H_0 : Los efectos de los niveles del tiempo de medición sobre Los grados brix de los frutos de mora son nulos o cero (0).

H_A : No todos los efectos de los niveles del tiempo de medición sobre los grados brix de los frutos de mora hojas son nulos o cero (0).

H_0 : Los efectos de los niveles del factor estadio sobre los grados brix de los frutos de mora son los mismos para cada nivel del tiempo de medición en semanas

H_A : Los efectos de los niveles del factor estadio sobre los grados brix de los frutos de mora no son los mismos para cada nivel del tiempo de medición en semanas

Hipótesis referidas al peso de los frutos de mora

H_0 : Los efectos de los niveles del tipo de estadio sobre el punto de maduración de los frutos de mora son nulos o cero (0).

H_A : No todos los efectos de los niveles del tipo de estadio sobre el punto de maduración de los frutos de mora hojas son nulos o cero (0).

H_0 : Los efectos de los niveles del tiempo de medición sobre el tiempo de maduración de los frutos de mora son nulos o cero (0).

H_A : No todos los efectos de los niveles del tiempo de medición sobre el tiempo de maduración de los frutos de mora hojas son nulos o cero (0).

H_0 : Los efectos de los niveles del tiempo de medición sobre el tiempo de maduración de los frutos de mora son nulos o cero (0)

H_A : No todos los efectos de los niveles del tiempo de medición sobre el tiempo de maduración de los frutos son nulos o cero (0).

H_0 : Los efectos de los niveles del factor estadio sobre el punto de maduración de los frutos de mora son los mismos para cada nivel del tiempo de medición en semanas

H_A : Los efectos de los niveles del factor estadio sobre el punto de maduración de los frutos de mora no son los mismos para cada nivel del tiempo de medición en semanas.

Hipótesis referidas al diámetro de los frutos de mora

H_0 : Los efectos de los niveles del tipo de estadio sobre el diámetro de los frutos de mora son nulos o cero (0).

H_A : No todos los efectos de los niveles del tipo de estadio sobre el diámetro de los frutos de mora hojas son nulos o cero (0).

H_0 : Los efectos de los niveles del tiempo de medición sobre el diámetro de los frutos de mora son nulos o cero (0).

H_A : No todos los efectos de los niveles del tiempo de medición sobre el diámetro de los frutos de mora hojas son nulos o cero (0).

H_0 : Los efectos de los niveles del factor estadio sobre el diámetro de los frutos de mora son los mismos para cada nivel del tiempo de medición en semanas

H_A : Los efectos de los niveles del factor estadio sobre el diámetro de los frutos de mora no son los mismos para cada nivel del tiempo de medición en semanas

Hipótesis referidas al peso de los frutos de mora

H_0 : Los efectos de los niveles del tipo de estadio sobre el peso de los frutos de mora son nulos o cero (0).

H_A : No todos los efectos de los niveles del tipo de estadio sobre el peso de los frutos de mora hojas son nulos o cero (0).

H_0 : Los efectos de los niveles del tiempo de medición sobre el peso de los frutos de mora son nulos o cero (0).

H_A : No todos los efectos de los niveles del tiempo de medición sobre el peso de los frutos de mora hojas son nulos o cero (0).

H_0 : Los efectos de los niveles del factor estadio sobre el peso de los frutos de mora son los mismos para cada nivel del tiempo de medición en semanas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en la finca el Pararrayo, tipo de tutorado en T sencilla, vía Cucutilla, en la toma de muestras de grados brix, pH RM, diámetro, peso, de los frutos de *R. floribundus*. La mora uva, es una fruta altamente perecedera, no climatérica, de alto interés comercial, que presenta deterioro debido a su fragilidad e inadecuado manejo postcosecha de los productores, grandes cantidades de fruta son afectadas, básicamente en sus características fisicoquímicas, siendo este producto apto para el procesamiento industrial.

Los resultados y análisis obtenidos son los siguientes:

Parámetros químicos

Los resultados que se presentan en las tablas 2 y 3 están relacionados con las estadísticas descriptivas de las variables respuesta de investigación: grados brix y el punto de madurez en datos no transformados y transformados. En esas variables se encontró la no existencia de normalidad, mediante la utilización de la prueba de Shapiro y Wilk, y de histogramas. Lo que requirió de transformar los datos. La evidencia de las pruebas e histogramas se presentan en el apéndice, se llegó a la conclusión de que la mejor transformación fue la transformación logarítmica, en las dos variables químicas. Es importante resaltar que hubo disminución de los estadísticos de asimetría y curtosis de las formas de la distribución de frecuencias, en las dos variables químicas. Por otro lado, con la transformación de datos de las variables dependientes se logró reducir los coeficientes de variación y los errores estándar de las medias, y mejorar la simetría. Estos resultados se visualizan en los histogramas que se presentan en el apéndice. Por consiguiente, las pruebas de hipótesis en esta investigación se realizaron con las dos variables transformadas.

La variabilidad de los grados brix y el punto de madurez disminuyeron con los coeficientes de variación de las variables originales sin transformar, que tomaron el valor de 24,7% y 52,7%, respectivamente. Mientras que en las variables transformadas los coeficientes de variación fueron de 13,1% y 40,1%, respectivamente. Los errores estándar de las medias de las dos variables disminuyeron con la transformación logarítmica, logrando un acercamiento a la distribución normal, sobre todo en lo que se refiere a la simetría (Ver tablas 1 y 2).

En la tabla 2 se muestra los resultados de las pruebas no paramétricas, de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para las variables de brix y punto de madurez, indicando que no tienen un comportamiento normal o en campana de gauss, ya que la significancia para las variables está por debajo del ($p \leq 0,05$).

Tabla 2

Pruebas de normalidad

En la tabla 2 se muestra los resultados del coeficiente de variación, de las variables brix y relación de madurez donde el coeficiente de variación de las variables originales sin transformar, que tomaron el valor de 24,7% en grados brix y 52,7% en relación de madurez, respectivamente

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL	Sig.	Estadístico	GL	Sig.
BRIX	0,133	180	0,000	0,944	180	0,000
Relación de madurez	0,204	180	0,000	0,887	180	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 3

Estadísticos descriptivos de las variables grados brix y el punto de madurez sin transformar de los frutos en el experimento.

En la tabla 3 se muestra los resultados del coeficiente de variación, de las variables brix y relación de madurez donde el coeficiente de variación de las variables originales sin transformar, que tomaron el valor de 24,7% en grados brix y 52,7% en relación de madurez, respectivamente

		BRIX	Relación de madurez
N	Válido	180	180
	Perdidos	0	0
Media		6,9630	4,5356
Error estándar de la media		0,12799	0,17851
Desv. Estándar		1,71721	2,39496
Asimetría		0,380	0,490
Error estándar de asimetría		0,181	0,181
Curtosis		-0,875	-1,237
Error estándar de curtosis		0,360	0,360
Mínimo		4,05	1,10
Máximo		11,00	9,33
Coeficiente de variación (%)		24,7	52,7

Tabla 4

Estadísticos descriptivos de las variables grados brix y rm en el experimento.

		BRIXT	RM
N	Válido	180	180
	Perdidos	0	0
Media		1,9105	1,3664
Error estándar de la media		0,01836	0,04097
Desv. Estándar		0,24637	0,54965

Asimetría	0,044	-0,005
Error estándar de asimetría	0,181	0,181
Curtosis	-1,107	-1,222
Error estándar de curtosis	0,360	0,360
Mínimo	1,40	0,10
Máximo	2,40	2,23
Coeficiente de variación (%)	13,1	40,1

GRADOS BRIX

En la tabla 5 se presenta el análisis de la varianza (ANDEVA) de los grados brix, se evaluó la significancia de los factores fijos: estadio, semana de medición y la interacción estadio*semana de medición. De igual manera, se decidió utilizar este análisis para analizar la variabilidad de los grados brix transformados, en concordancia con el diseño experimental, debido a que, por ser el muestreo destructivo de cada unidad experimental, una vez que se realizó la medición, la unidad de observación se destruía al hacer cada medición, no siendo un experimento de medidas repetidas. En cada unidad experimental se hicieron 6 determinaciones de grados brix, luego se destruía la unidad de observación. Resultaron altamente significativos ($p \leq 0,001$) los efectos de estadio, semana y la interacción entre el estadio y el tiempo de medición en semanas sobre los grados brix transformados. La interacción entre el estadio y el tiempo de medición al ser significativo su efecto, indica que el efecto de los estadios depende del nivel de tiempo con el que se combina. Las medias de diámetro de los frutos en los estadios, dependieron del tiempo de medición.

Prueba de efectos fijos

Observamos en esta tabla la variable de grados brix de fruto transformado, el estadio, semana y estadio * semana, donde la significancia para las variables está por debajo de ($p \leq 0,05$) donde hay diferencias entre estadio, y la interacción de estadio por semana en tiempo en semanas.

Tabla 5

Análisis de la varianza de los grados brix fruto transformados

Observamos en esta tabla la variable de grados brix de fruto transformado, el estadio, semana y estadio * semana, donde la significancia para las variables está por debajo de ($p \leq 0,05$) donde hay diferencias entre estadio, y la interacción de estadio por semana en tiempo en semanas.

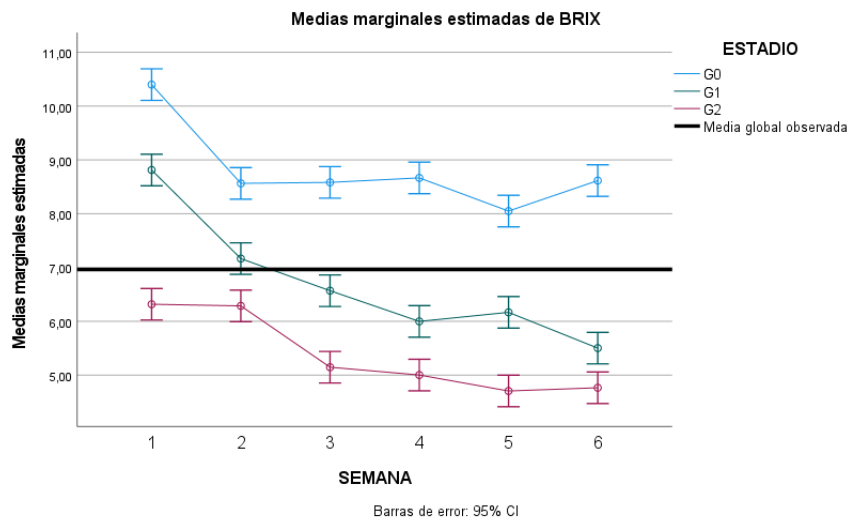
Variable dependiente: Grados brix transformados					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3,850 ^a	104	0,037	8,496	,000
Intersección	288,032	1	288,032	66105,872	0,000
ESTADIO	2,922	2	1,461	335,297	0,000
ESTADIO(REP)	0,475	87	0,005	1,252	,078
SEMANA	0,212	5	0,042	9,750	0,000
ESTADIO * SEMANA	0,239	10	0,024	5,487	0,000
Error	1,882	432	0,004		
Total	293,691	537			

Total corregido 5,732 536

- a. R al cuadrado = ,672 (R al cuadrado ajustada = ,593)
b. Coeficiente de variación: 13,1%.
c. Error estándar de la media: 0181

Figura 12

Gráfica de líneas para analizar el efecto de la interacción estadio por tiempo de medición sobre los grados brix



Fuente: Resultado del programa SPSS. Versión 27.

En la gráfica de la interacción, en la figura 12, se nota una tendencia a la baja en los grados brix de los frutos en los tres estadios en las semanas de medición. El estadio G0 fue el que presentó los mayores grados brix de los frutos en las seis semanas de medición, en contraste con el estadio G2, el que presentó valores más bajos de los tres. Los mayores valores de grados brix se presentaron en la primera semana de medición.

PH DE LOS FRUTOS

En la tabla podemos observar que en los tres estadios la significancia está por debajo de $p \leq 0,05$

Asimismo, podemos observar que el efecto del factor estadio resulto significativo sobre el pH de los frutos, se utilizó una prueba de comparaciones múltiples de Tukey para verificar las diferencias entre los pH de los frutos, donde los efectos de los estadios resultaron con diferencias altamente significativas

Tabla 6

Análisis de varianza del pH de los frutos en las pruebas de efectos inter-sujetos

Pruebas de efectos inter-sujetos							
Variable dependiente: transpH							
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	I (Grados de libertad)	Media cuadrática	F	Sig.(Significancia)	Parámetro sin centralidad	Potencia observada ^b
Modelo corregido	1,134 ^a	17	0,067	53,603	0,000	911,252	1,000
Intersección	444,085	1	444,085	356989,412	0,000	356989,412	1,000
Estadio	0,831	2	0,415	333,875	0,000	667,750	1,000
MUESTRA (SEMANA)	0,178	5	0,036	28,571	0,000	142,853	1,000
Estadio * MUESTRA (Semana)	0,125	10	0,013	10,065	0,000	100,649	1,000
Error	0,202	162	0,001				
Total	445,420	180					
Total corregido	1,335	179					

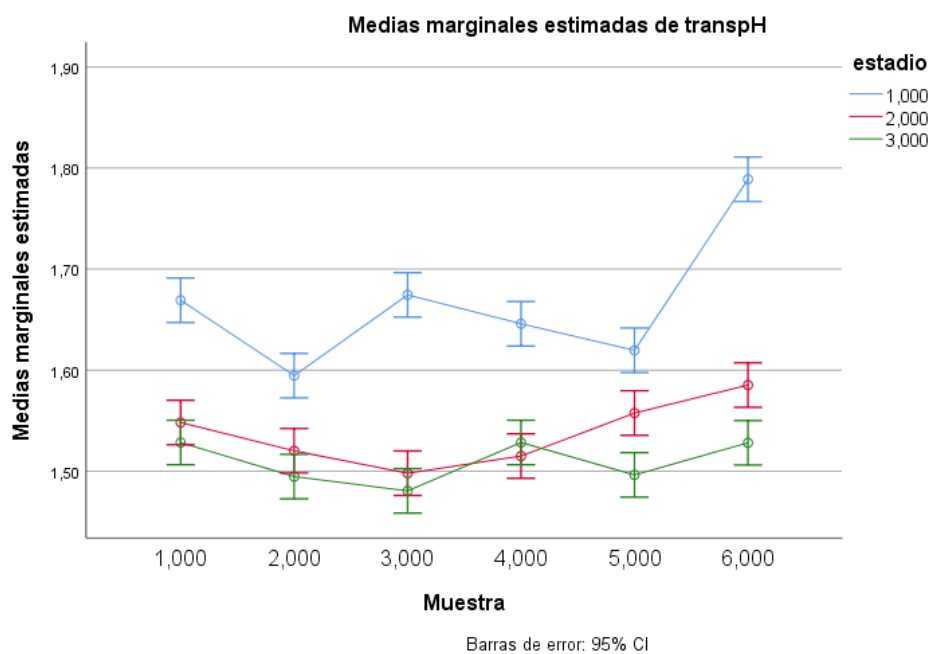
a. R al cuadrado =0,849 (R al cuadrado ajustada =0,833)

b. Se ha calculado utilizando $\alpha = 0,05$

Figura 13

Grafica de líneas para analizar el efecto de la interacción estadio por semana del pH de los frutos. Muestra_ Semana. 1 (Go), 2(G1), 3(G2)

En esta grafica observamos el tratamiento de estadio por muestra, fue mayor el valor para pH en el caso de G0 por muestra(semana) y el más bajo fue el estadio G2.



Fuente: Autora (2024).

RELACION DE MADUREZ (RM)

En el caso del RM de los frutos, en la tabla 7 se presenta el análisis de la varianza (ANDEVA). Los resultados muestran la existencia de efectos altamente significativos ($p \leq 0,001$) del estadio, semana y la interacción entre el estadio y el tiempo de medición en semanas sobre el RM de los frutos de mora. La interacción entre el estadio y el tiempo de medición al ser significativo su efecto, indica que el efecto de los estadios depende del nivel de tiempo con el que se combina. Es decir, que las medias de RM de los frutos en los estadios, dependieron del tiempo de medición, en las seis semanas de evaluación. Esta interacción se presenta en la figura 14.

Del mismo modo, se requiere, para realizar la prueba de hipótesis estadística entre los efectos o medias de estadio sobre la relación de madurez de los frutos, que dicha prueba se haga con el error de parcela principal e(a) como denominador de la prueba de F. El resultado de dicha prueba se presenta en la tabla 6 donde los efectos de los estadios resultaron con diferencias altamente significativas ($p \leq 0,001$).

Tabla 7

Análisis de la varianza de relación de maduración de los frutos de mora

Del mismo modo, se requiere, para realizar la prueba de hipótesis estadística entre los efectos o medias de estadio sobre la relación de madurez de los frutos, que dicha prueba se haga con el error de parcela principal e(a) como denominador de la prueba de F. El resultado de dicha prueba se presenta en el anexo 8 donde los efectos de los estadios resultaron con diferencias altamente significativas ($p \leq 0,001$).

Variable dependiente: RM

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	51,168 ^a	44	1,163	53,930	0,000
Intersección	336,073	1	336,073	15585,298	0,000
ESTADIO	34,253	2	17,127	794,246	0,000
ESTADIO(REP)	0,386	27	0,014	0,663	0,893
SEMANA	11,641	5	2,328	107,968	0,000
ESTADIO * SEMANA	4,888	10	0,489	22,668	0,000
Error	2,911	135	0,022		
Total	390,152	180			
Total corregido	54,079	179			

R al cuadrado = ,946 (R al cuadrado ajustada = ,929

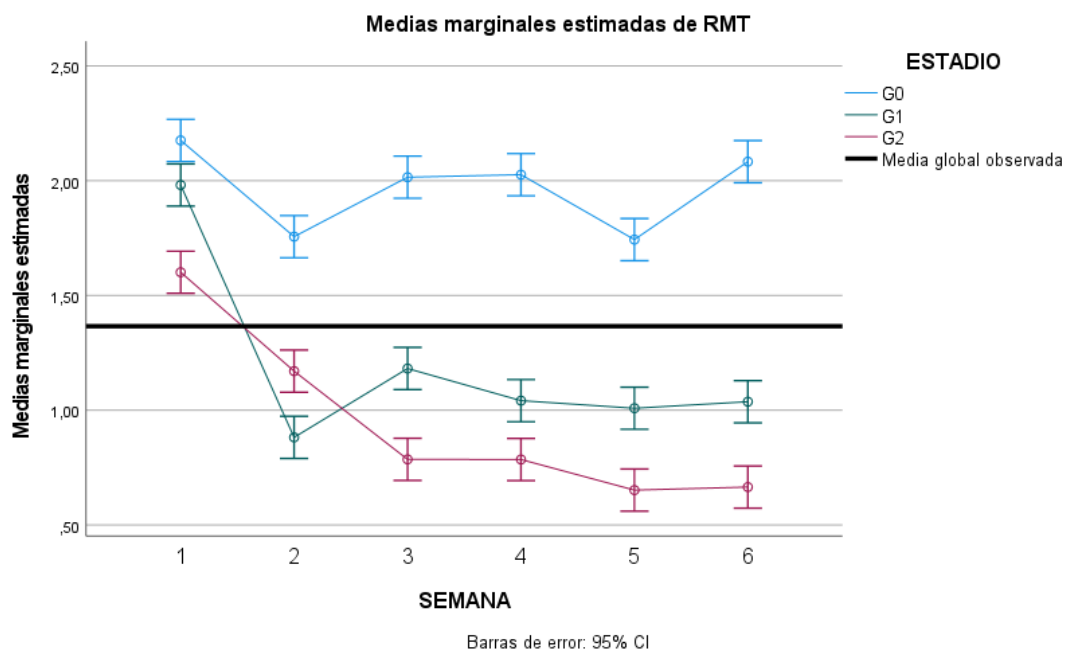
Coeficiente de variación: 40,1%

Error estándar de la media: 0,181

Figura 14

Grafica de líneas para analizar el efecto de la interacción estadio por tiempo de medición sobre los puntos de maduración de los frutos

En la figura 14 se puede notar el efecto de la interacción entre los estadios y el tiempo de medición sobre la respuesta (relación de maduración de los frutos). En la semana dos se observa un decaimiento en el estadio G1, donde hubo un error humano en el momento del estudio, o error instrumental en el error del equipo.

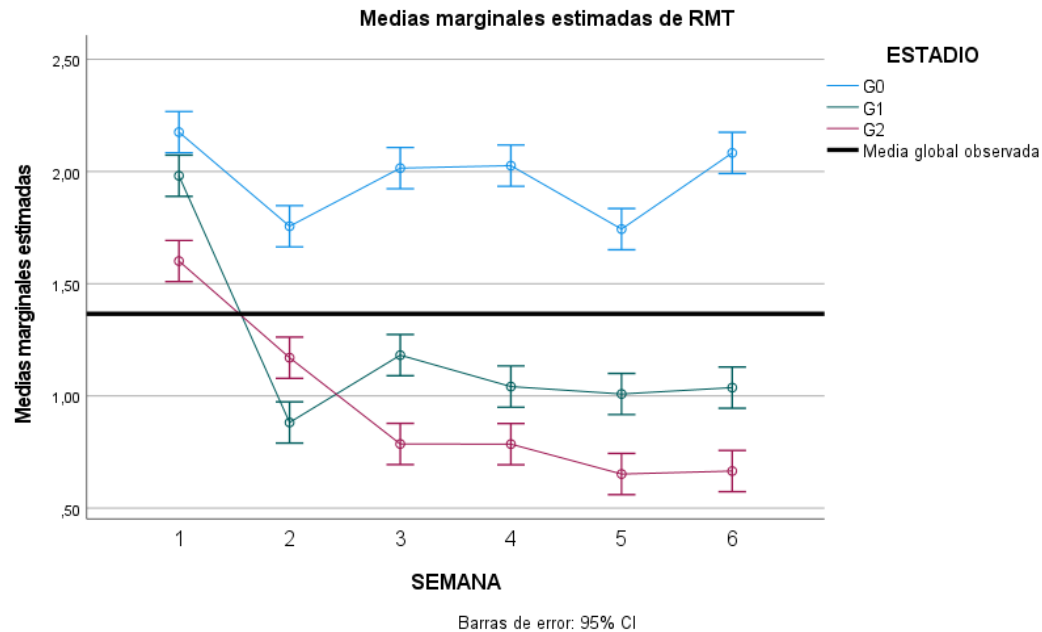


Fuente : Resultado del programa SPSS. Versión 27.

La figura 15 muestra los valores de la relación de los frutos transformados de la interacción estadio por el tiempo de medición, en relación a la prueba de hipótesis estadística que correspondió a esa interacción. Es una gráfica parecida a la interacción de estadio por tiempo de medición (semana). Se observa que las medias transformadas son superiores en todas las semanas, con tendencia en las tres curvas de estadio a disminuir hasta la cuarta semana donde se presenta los valores mínimos de las medias, para luego, incrementar esos valores. La significación de esa interacción indica que las diferencias de la relación de madures de los frutos fueron diferente en las semanas, es decir que los efectos de los estadios dependen del nivel de semana con el cual se combinan en la factorial.

Figura 15

Grafica de la interacción entre los estadios de los frutos y las semanas de medición



Fuente: resultados del SPSS.

A continuación, observaremos los resultados para los parámetros físicos de la mora uva.

Diámetro y peso del fruto

Los resultados que se presentan en las tablas 7 y 8 están relacionados con las estadísticas descriptivas de las variables respuesta de investigación: diámetro y peso del fruto, en datos no transformados y transformados. En ambas variables se encontró la no existencia de normalidad en ellas, mediante la prueba de Shapiro y Wilk, y las gráficas de histogramas, sobreponiéndole al histograma, la curva normal. Lo que requirió de transformar los datos. La evidencia de las pruebas e histogramas se presentan en el apéndice, se llegó a la conclusión de que la mejor fue la transformación logarítmica, en ambas variables. Es importante resaltar que hubo disminución de

los estadísticos de asimetría y curtosis de ambas formas de la distribución de frecuencias, en las dos variables. Por otro lado, con la transformación de datos de las variables dependientes se logró reducir los coeficientes de variación y los errores estándar de las medias. Estos resultados se visualizan en los histogramas que se presentan en el apéndice. Por consiguiente, las pruebas de hipótesis en esta investigación se realizaron con las variables transformadas.

La variabilidad del diámetro y peso del fruto se constató con los coeficientes de variación de las variables originales sin transformar, que tomaron el valor de 19,7% y 36,8%, respectivamente. En las variables transformadas los coeficientes de variación fueron de 14,1% Y 20,1%. Los errores estándar de las medias de ambas variables disminuyeron con la transformación logarítmica, logrando un acercamiento a la distribución normal.

Tabla 7

Análisis de la varianza del diámetro del fruto transformado. Pruebas de efectos fijos

En esta tabla se puede observar la variable diámetro del fruto transformado, el estadio, semana y estadio * semana, donde la significancia está por debajo del ($p \leq 0,05$) donde hay diferencias entre estadio, y la interacción de estadio por semana en tiempo en semanas.

Variable dependiente: DIAMETRO DEL FRUTO TRANSFORMADO					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3,850 ^a	104	0,037	8,496	0,000
Intersección	288,032	1	288,032	66105,872	0,000
ESTADIO	2,922	2	1,461	335,297	0,000
ESTADIO(REP)	0,475	87	0,005	1,252	0,078
SEMANA	0,212	5	0,042	9,750	0,000
ESTADIO * SEMANA	0,239	10	0,024	5,487	0,000
Error	1,882	432	0,004		
Total	293,691	537			
Total corregido	5,732	536			

-
- d. R al cuadrado = ,672 (R al cuadrado ajustada = ,593)
 - e. Coeficiente de variación: 14,1%.
 - f. Error estándar de la media: 00446

Cuando se utiliza este tipo de análisis, la prueba estadística para el factor estadio debe hacerse con el error de parcela conocido como e(a) (Debbie, 2017), es por ello que se hizo la prueba o test separada para estadio, cuyo resultado se presenta en la tabla 4, donde se corrobora la hipótesis de que las medias de diámetro de los frutos difieren estadísticamente ($p \leq 0,001$).

PESO DE LOS FRUTOS DE MORA

En el caso del peso de los frutos, en la tabla 8 se presenta el análisis de la varianza (ANDEVA). Los resultados muestran la existencia de efectos altamente significativos ($p \leq 0,001$) del estadio, semana y la interacción entre el estadio y el tiempo de medición en semanas sobre el peso de los frutos de mora. La interacción entre el estadio y el tiempo de medición al ser significativo su efecto, indica que el efecto de los estadios depende del nivel de tiempo con el que se combina. Es decir, que las medias de peso de los frutos en los estadios, dependieron del tiempo de medición, en las seis semanas de evaluación. Esta interacción se presenta en la figura 16.

En la tabla 8, se puede observar que esta tabla la variable peso del fruto transformado, el estadio, semana y estadio * semana, donde la significancia está por debajo del ($p \leq 0,05$) donde hay diferencias entre estadio, y la interacción de estadio por semana en tiempo en semanas.

Tabla 8

Análisis de la varianza del peso de los frutos de mora.

Variable dependiente: PESOT					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	24,142 ^a	104	0,232	6,463	0,000
Intersección	977,159	1	977,159	27206,019	0,000
ESTADIO	17,876	2	8,938	248,856	0,000
ESTADIO(REP)	2,833	87	0,033	0,907	0,708
SEMANA	1,938	5	0,388	10,792	0,000
ESTADIO * SEMANA	1,224	10	0,122	3,409	0,000
Error	15,444	430	0,036		
Total	1018,352	535			
Total corregido	39,587	534			

a. R al cuadrado = ,610 (R al cuadrado ajustada = ,516)

b. Coeficiente de variación: 20,1%

c. Error estándar: 0,01177

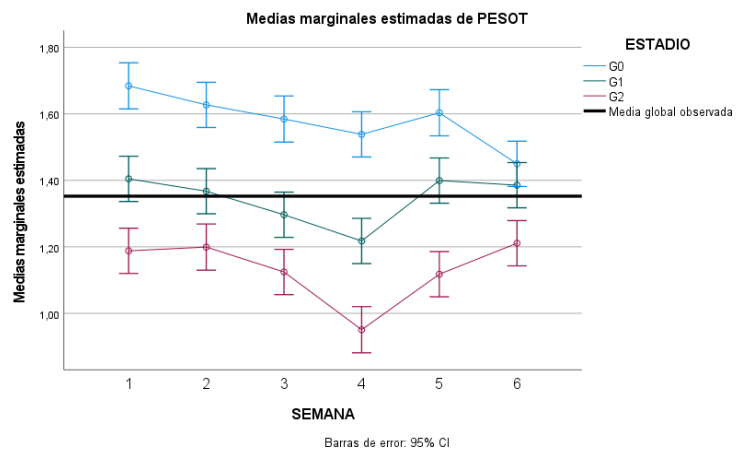
Del mismo modo, se requiere, para realizar la prueba de hipótesis estadística entre los efectos o medias de estadio sobre el peso de los frutos, que dicha prueba se haga con el error de parcela principal e(a) como denominador de la prueba de F. El resultado de dicha prueba se presenta en la anexo 18 donde los efectos de los estadios resultaron con diferencias altamente significativas ($p \leq 0,001$).

En la figura 16 se puede notar el efecto de la interacción entre los estadios y el tiempo de medición sobre la respuesta (peso de los frutos), y en la tabla 8 se presentan los valores de esas medias

En la figura 16 observamos en la semana 4 disminuyen los valores de las medias, ya que el productor empezó a realizar contantemente la recolección, dando diferentes manejos agronómicos en el lote de muestreo.

Figura 16

Grafica de la interacción entre los estadios de los frutos y las semanas de medición



Fuente: resultados del SPSS

CONCLUSIONES

Se demostró que los parámetros químicos del fruto de *Rubus floribundus Kunth* bajo un solo tipo de tutorado si difieren significativamente ($P < 0.05$) en los tres estadios de maduración G1, G2 Y G3.

Se determinaron los parámetros fisicoquímicos del fruto *Rubus floribundus Kunth* siendo el estadio maduro (G₀) donde se obtuvieron los mayores grados brix, mayor diámetro, peso, y pH en comparación al estadio intermedio (G₁) y el estadio inmaduro (G₂).

El estadio que se recomienda cosechar es el estadio G₀, con fines de industrialización, debido a los altos grados brix.

RECOMENDACIONES

Importante el riego del cultivo, debido a que las plantas que estaban cerca a una fuente hídrica presentaban mayor tamaño los frutos.

Estudios socioeconómicos en *Rubus floribundus* y paquete tecnológico para los productores. En postcosecha hacer mermeladas y néctares de *Rubus floribundus*.

En postcosecha hacer mermeladas y néctares de *Rubus floribundus*.

ANEXOS

Anexo 1

Estadísticos descriptivos de los grados brix reales de campo para cada estadio en todas las seis semanas de medición

ESTADIO * SEMANA					
DIAMETRO SIN TRANSFORMAR. VALORES REALES DE CAMPO					
ESTADIO	SEMANA	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
G0	1	1,383	,026	1,332	1,433
	2	1,250	,025	1,201	1,299
	3	1,295	,026	1,245	1,346
	4	1,230	,025	1,181	1,279
	5	1,258	,026	1,208	1,309
	6	1,170	,025	1,121	1,219
G1	1	1,120	,025	1,071	1,169
	2	1,077	,025	1,027	1,126
	3	1,087	,025	1,037	1,136
	4	1,073	,025	1,024	1,123
	5	1,213	,025	1,164	1,263
	6	1,133	,025	1,084	1,183
G2	1	,957	,025	,907	1,006
	2	,910	,025	,861	,959
	3	,890	,025	,841	,939
	4	,760	,025	,711	,809
	5	,900	,025	,851	,949
	6	,950	,025	,901	,999

En el anexo 2, se observa el contraste de los grados brix transformados con una significancia por debajo de ($p \leq 0,05$), el error de parcela principal es para probar hipótesis de igualdad de medias en los tres estadios G0, G1y G2.

Anexo 2

Contraste de medias de grados brix transformado de los frutos para los diferentes estadios

Variable dependiente: grados brix transformado

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Contraste entre estadios	2,922	2	1,461	267,813	0,000
Error ^a	0,475	87	0,005		

a. ESTADIO(REP)

Por ser el factor estadio altamente significativo sobre los grados brix, se utilizó una prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para verificar las diferencias entre los pares de medias de los grados brix. En el anexo 3 se observa que todas las diferencias de medias de grados brix fueron altamente significativas ($p \leq 0,001$).

Los resultados de las comparaciones de la medias de grados brix en la prueba Tukey de los tres estadios G0, G1 Y G2, obteniendo la significancia para las variables está por debajo del ($p \leq 0,05$) según la Norma Técnica Colombiana, NTC 4106, los frutos de *Rubus glaucus*, presentan los siguientes grados brix; fruto verde puede presentar valores entre 5,4 y 5,7 °Brix; el fruto pintón entre 5,7 y 6,1 °Brix; el fruto rojo entre 6,3 y 6,9 °Brix, y el fruto morado entre 7,7 y 8,5 °Brix. Por lo cual, los valores encontrados en los frutos de *Rubus floribundus* en el presente estudio son los siguientes, en frutos verdes(G2) entre 4,2 a 5,2 7 °Brix; frutos intermedios (G1) entre 6,4 a 7,8 7 °Brix; y el fruto morado (G0) entre 8.4 a 11 7 °Brix; están dentro de los parámetros establecidos de calidad principalmente los frutos rojos y morados que son objeto de comercialización, por su alto contenido en azúcares.

Anexo 3

Comparaciones múltiples de medias del grado brix de los frutos para los tres estadios evaluados por medio de la prueba de Tukey.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: BRIX DEL FRUTO TRANSFORMADO						
HSD Tukey						
(I) ESTADIO	(J) ESTADIO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
G0	G1	0,0659*	0,00782	0,000	0,0473	0,0846
	G2	0,1787*	0,00782	0,000	0,1600	0,1973
G1	G0	-0,0659*	0,00782	0,000	-0,0846	-0,0473
	G2	0,1127*	0,00779	0,000	0,0942	0,1313
G2	G0	-0,1787*	0,00782	0,000	-0,1973	-0,1600
	G1	-0,1127*	0,00779	0,000	-0,1313	-0,0942
el término de error es la media cuadrática (ESTADIO(REP)) = 0,05.						
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.						

En este anexo se observa que hubo diferencias entre las medias de los grados brix del fruto de los estadios evaluados, formándose tres grupos, con la prueba de Tukey, donde se representa las diferencias con las letras a, b y c. La mayor media de diámetro de fruto se produjo en el estadio G0. Con estos resultados los autores de la investigación caracterización fisiológica de *Rubus glaucus* en función del crecimiento productivo y del microambiente, en el corregimiento el encano-nariño (colombia) observaron que a medida que el fruto se desarrolla el contenido de azúcares va aumentando.

Al respecto, Alzate et al., (2010), mencionan que a mayor madurez de los frutos estos presentan una mayor cantidad de °Brix. El comportamiento que presentan los sólidos solubles totales durante el proceso de desarrollo del fruto se explica por la degradación del almidón, el

cual acumula azúcares principalmente glucosa, fructosa y sacarosa que son los constituyentes principales de los sólidos solubles (Rodríguez et al., 2006).

Anexo 4

Grupos de medias homogéneos mediante la prueba de Tukey de los grados brix transformados.

Grados brix transformados				
HSD Tukey ^{a,b,c}				
ESTADIO	N	Subconjunto		
		1	2	3
G2	180	,6356 ^a		
G1	180		,7483 ^b	
G0	177			,8143 ^c
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Medias con diferentes letras son diferentes estadísticamente ($p \leq 0,05$)

el término de error es la media cuadrática (ESTADIO(REP)) = ,005.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 178,989.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c. Alfa = 0,05.

En esta tabla observamos la relación estadio por muestra del pH

Anexo 5

pH de los frutos

Análisis univariado de varianza		
Factores inter-sujetos		
		N
Estadio	1,000	60
	2,000	60
	3,000	60
	1,000	30
Muestra	2,000	30
	3,000	30
	4,000	30
	5,000	30
	6,000	30

Anexo 6

Estadísticos descriptivos de pH de los frutos de mora

Estadísticos descriptivos				
Variable dependiente: transpH				
estadio	Muestra	Media	Desv. Desviación	N
1,000	1,000	1,6692	0,03119	10
	2,000	1,5946	0,02019	10
	3,000	1,6744	0,01695	10
	4,000	1,6459	0,00544	10
	5,000	1,6196	0,03231	10
	6,000	1,7889	0,09983	10
	Total	1,6654	0,07622	60
	1,000	1,5481	0,01618	10
2,000	2,000	1,5202	0,00961	10
	3,000	1,4980	0,00613	10
	4,000	1,5149	0,00522	10
	5,000	1,5575	0,09496	10
	6,000	1,5852	0,00596	10

3,000	Total	1,5373	0,04817	60
	1,000	1,5284	0,00493	10
	2,000	1,4947	0,00423	10
	3,000	1,4805	0,00472	10
	4,000	1,5284	0,00493	10
	5,000	1,4963	0,00485	10
	6,000	1,5280	0,01000	10
	Total	1,5094	0,02051	60
Total	1,000	1,5819	0,06631	30
	2,000	1,5365	0,04493	30
	3,000	1,5510	0,08968	30
	4,000	1,5631	0,06004	30
	5,000	1,5578	0,07582	30
	6,000	1,6340	0,12687	30
	Total	1,5707	0,08636	180

Anexo 7

Comparaciones de medias de pH mediante la prueba estadística Tukey

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: transpH						
HSD Tukey						
(I) estadio	(J) estadio	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1,000 (Go)	2,000 (G1)	0,1281*	0,00644	0,000	0,1129	0,1433
	3,000 (G2)	0,1560*	0,00644	0,000	0,1408	0,1713
2,000 (G1)	1,000 (Go)	-0,1281*	0,00644	0,000	-0,1433	-0,1129
	3,000 (G2)	0,0279*	0,00644	0,000	0,0127	0,0432
3,000 (G2)	1,000 (Go)	-0,1560*	0,00644	0,000	-0,1713	-0,1408
	2,000 (G1)	-0,0279*	0,00644	0,000	-0,0432	-0,0127

Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) =0 ,001.
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

En este anexo observamos el contraste en relación de madurez transformados con una significancia por debajo de ($p \leq 0,05$), el error de parcela principal es para probar hipótesis de igualdad de medias en los tres estadios G0, G1 y G2.

El efecto del factor estadio resulto altamente significativo sobre la relación de maduración de los frutos, se utilizó una prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para verificar las diferencias entre los pares de medias de puntos de maduración de los frutos. En la tabla se observa que todas las diferencias de medias del RM fueron altamente significativas ($p \leq 0,001$).

Anexo 8

Prueba de hipótesis de los efectos del estudio sobre la relación de maduración transformado de los frutos.

Variable dependiente: relación de maduración transformado					
Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Contraste entre estadios	17,876	2	8,938	274,512	0,000
Error ^a	2,833	87	0,033		
a. ESTADIO(REP)					

Anexo 9

Comparaciones de medias de la relación de maduración transformados mediante la prueba estadística de Tukey al 5%

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: RELACION DE MADUREZ TRANSFORMADO						
HSD Tukey						
(I) ESTADIO	(J) ESTADIO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
G0	G1	0,2370*	0,01910	0,000	0,1915	0,2826

G1	G2	0,4507*	0,01915	0,000	0,4051	0,4964
	G0	-0,2370*	0,01910	0,000	-0,2826	-0,1915
	G2	0,2137*	0,01907	0,000	0,1682	0,2592
	G0	-0,4507*	0,01915	0,000	-0,4964	-0,4051
G2	G1	-0,2137*	0,01907	0,000	-0,2592	-0,1682

Se basa en las medias observadas.
el término de error es la media cuadrática (ESTADIO(REP)) = ,033.
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

De igual manera en el anexo se observa que hubo diferencias entre las medias de relación de maduración de los frutos en los estadios evaluados, formándose tres grupos, con la prueba de Tukey, donde se representa las diferencias con las letras a, b y c. La mayor media de relación de madurez transformado se produjo en el estadio G0, donde fue el más alto indicando el índice de madurez más alto.

Anexo 10

Grupos de medias de relación de madurez del fruto formados en la prueba de Tukey

Relación de madurez transformado				
HSD Tukey ^{a,b,c}				
ESTADIO	N	Subconjunto		
		1	2	3
G2	178	1,1316c		
G1	180		1,3453b	
G0	177			1,5823a
Sig.		1,000	1,000	1,000

Medias con diferentes letras difieren estadísticamente ($P \leq 0,05$)

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

el término de error es la media cuadrática (ESTADIO(REP)) = ,033.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 178,325.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c. Alfa = 0,05.

El anexo contiene las medias originales para ser ubicadas en la tabla de interacción solamente, y ubicar los puntos de la figura de interacción.

**RELACIÓN DE MADURACION SIN TRANSFORMAR. VALORES REALES DE
MEDIAS DE CAMPO**

Anexo 11

Estadísticos descriptivos de la relación de madurez de los frutos en campo para cada estadio y tiempo de medición

ESTADIO	SEMANA	N	Media
G0	1	29	4,5241
	2	30	4,2033
	3	29	4,0414
	4	30	3,7300
	5	29	4,0793
	6	30	3,3133
	Total	177	3,9780
G1	1	30	3,1267
	2	30	2,9933
	3	30	2,6967
	4	30	2,3933
	5	30	3,0967
	6	30	3,0500
	Total	180	2,8928
G2	1	30	2,3600
	2	29	2,3655
	3	30	2,1367
	4	29	1,6000
	5	30	2,1433
	6	30	2,4333
	Total	178	2,1753
Total	1	89	3,3236
	2	89	3,1966
	3	89	2,9461
	4	89	2,5854

5	89	3,0955
6	90	2,9322
Total	535	3,0131

DIÁMETRO DEL FRUTO

Anexo 12

Estadísticos descriptivos de las variables diámetro y peso del fruto no transformadas en el experimento.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis				
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar	Coefficiente de variación (%)
DIAM	537	0,60	1,90	1,0909	0,00926	0,21469	0,146	0,105	0,442	0,210	19,7
PESO	535	0,90	6,60	3,0131	0,04804	1,11124	0,802	0,106	0,810	0,211	36,8
N válido (por lista)	535										

En esta tabla se observa los datos estadísticos descriptivos de las variables diámetro y peso del fruto, sin transformar obteniendo un coeficiente de variación en diámetro de 19,7% y en peso de 36,8%; respectivamente.

Anexo 13

Estadísticos descriptivos de las variables diámetro y peso del fruto transformadas en el experimento.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis				
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar	Coefficiente de variación (%)
DIAM T	537	0,47	1,06	0,7323	0,00446	0,10341	-0,204	0,105	0,231	0,210	14,1
PESO T	535	0,64	2,03	1,3526	0,01177	0,27227	0,001	0,106	-0,079	0,211	20,1
N válido (por lista)	535										

En la tabla observamos las variables transformadas los coeficientes de variación fueron de 14,1% diámetro y 20,1% peso. Los errores estándar de las medias de ambas variables disminuyeron con la transformación logarítmica, logrando un acercamiento a la distribución normal.

El análisis estadístico utilizado correspondió a un arreglo factorial 3x6 de parcelas divididas en un diseño experimental completamente aleatorizado con 30 repeticiones. La unidad experimental es un fruto. La tabla presenta el análisis de la varianza (ANDEVA) del diámetro de los frutos, se evaluó la significancia de los factores fijos: estadio, semana de medición y la interacción estadio*semana de medición. Se decidió utilizar este análisis para analizar la variabilidad del diámetro transformado debido a que por ser el muestreo destructivo de cada unidad experimental (el fruto de mora) una vez que se realizó la medición, el fruto se destruía al hacer cada medición, no siendo un experimento de medidas repetidas. Resultaron altamente

significativos ($p \leq 0,001$) los efectos de estadio, semana y la interacción entre el estadio y el tiempo de medición en semanas. La interacción entre el estadio y el tiempo de medición al ser significativo su efecto, indica que el efecto de los estadios depende del nivel de tiempo con el que se combina. Las medias de diámetro de los frutos en los estadios, dependieron del tiempo de medición.

Anexo 14

Estadio de medias de diámetro transformado de los frutos para los diferentes estadios.

Resultados de prueba					
Variable dependiente: DIAMETRO DEL FRUTO TRANSFORMADO					
Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Estadio	2,922	2	1,461	267,813	0,000
Error ^a	0,475	87	0,005		
a. ESTADIO(REP)					

En la tabla se muestra el error^a se usó para probar la hipótesis, de la igualdad de media de diámetro en los tres estadios.

Por ser el factor estadio altamente significativo sobre el diámetro del fruto, se utilizó una prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para verificar las diferencias entre los pares de medias de diámetro de los frutos.

Anexo 15

Comparaciones múltiples de medias de diámetro de los frutos para los tres estadios evaluados por medio de la prueba de Tukey.

Comparaciones múltiples
Variable dependiente: DIAMETRO DEL FRUTO TRANSFORMADO
HSD Tukey

(I) ESTADIO	(J) ESTADIO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
G0	G1	0,0659*	0,00782	0,000	0,0473	0,0846
	G2	0,1787*	0,00782	0,000	0,1600	0,1973
G1	G0	-0,0659*	0,00782	0,000	-0,0846	-0,0473
	G2	0,1127*	0,00779	0,000	0,0942	0,1313
G2	G0	-0,1787*	0,00782	0,000	-0,1973	-0,1600
	G1	-0,1127*	0,00779	0,000	-0,1313	-0,0942

el término de error es la media cuadrática (ESTADIO(REP)) = ,005.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

En esta tabla se muestran los resultados de las comparaciones de las medias de diámetro del fruto en la prueba Tukey de los tres estadios G0, G1 y G2, obteniendo significancia por debajo de ($p \leq 0,001$).

Anexo 16

Grupos de medias homogéneos mediante la prueba de Tukey del diámetro transformado

DIAMETRO TRANSFORMADO				
HSD Tukey ^{a,b,c}				
ESTADIO	N	Subconjunto		
		1	2	3
G2	180	0,6356 ^a		
G1	180		0,7483 ^b	
G0	177			0,8143 ^c
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

el término de error es la media cuadrática (ESTADIO(REP)) = ,005.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 178,989.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.
- c. Alfa = 0,05.

En esta tabla se observa que hubo diferencias entre las medias de diámetro del fruto de los estadios evaluados, formándose tres grupos, con la prueba de tukey, donde se representa las diferencias con las letras a, b y c. La mayor media de diámetro de fruto se produjo en el estadio G0, siendo el de mayor diámetro e importancia agronómica para los productores en momento de realizar sus cosechas, el estadio G2 fue el más bajo.

Para saber los valores en cada punto de la gráfica de medias marginales (Proporcionadas por el modelo utilizado), en la tabla se muestran dichos valores, para no recargar la figura.

Anexo 17

Estadísticos descriptivos de los diámetros reales de campo para cada estadio en todas las seis semanas de medición

ESTADIO * SEMANA					
DIAMETRO SIN TRANSFORMAR. VALORES REALES DE CAMPO					
ESTADIO	SEMANA	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
G0	1	1,383	0,026	1,332	1,433
	2	1,250	0,025	1,201	1,299
	3	1,295	0,026	1,245	1,346
	4	1,230	0,025	1,181	1,279
	5	1,258	0,026	1,208	1,309
	6	1,170	0,025	1,121	1,219

G1	1	1,120	0,025	1,071	1,169
	2	1,077	0,025	1,027	1,126
	3	1,087	0,025	1,037	1,136
	4	1,073	0,025	1,024	1,123
	5	1,213	0,025	1,164	1,263
	6	1,133	0,025	1,084	1,183
G2	1	0,957	0,025	0,907	1,006
	2	0,910	0,025	0,861	0,959
	3	0,890	0,025	0,841	0,939
	4	0,760	0,025	0,711	0,809
	5	0,900	0,025	0,851	0,949
	6	0,950	0,025	0,901	0,999

PESO DE LOS FRUTOS

A continuación, se observa el contraste del peso de los frutos transformados con una significancia por debajo de ($p \leq 0,05$), el error de parcela principal es para probar hipótesis de igualdad de medias en los tres estadios G0, G1y G2.

Anexo 18

Prueba de hipótesis de los efectos del estudio sobre el peso de los frutos.

Resultados de prueba					
Variable dependiente: PESOT					
Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ESTADIO	17,876	2	8,938	274,512	0,000
Error ^a	2,833	87	0,033		

a. ESTADIO(REP)

El efecto del factor estadio resulto altamente significativo sobre peso de los frutos, se utilizó una prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para verificar las diferencias entre los pares de medias de peso de los frutos. En la tabla se observa que todas las diferencias de medias del peso fueron altamente significativas ($p \leq 0,001$).

Se muestran los resultados de las comparaciones de la medias del peso transformado en la prueba Tukey de los tres estadios G0, G1 Y G2, obteniendo la significancia para las variables está por debajo del ($p \leq 0,05$)

Anexo 19

Comparaciones de medias de peso de los frutos mediante la prueba estadística de Tukey

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: PESO TRANSFORMADO						
HSD Tukey						
(I) ESTADIO	(J) ESTADIO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
G0	G1	0,2370*	0,01910	0,000	0,1915	0,2826
	G2	0,4507*	0,01915	0,000	0,4051	0,4964
G1	G0	-0,2370*	0,01910	0,000	-0,2826	-0,1915
	G2	0,2137*	0,01907	0,000	0,1682	0,2592
G2	G0	-0,4507*	0,01915	0,000	-0,4964	-0,4051
	G1	-0,2137*	,01907	0,000	-0,2592	-0,1682

Se basa en las medias observadas.

el término de error es la media cuadrática (ESTADIO(REP)) = ,033.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

De igual manera en la tabla se observa que hubo diferencias entre las medias de peso de los frutos en los estadios evaluados, formándose tres grupos, con la prueba de Tukey, donde se

representa las diferencias con las letras a, b y c. La mayor media de diámetro de fruto se produjo en el estadio G0.

Anexo 20

Grupos de medias de peso del fruto transformados en la prueba de Tukey

PESO				
HSD Tukey ^{a,b,c}				
ESTADIO	N	Subconjunto		
		1	2	3
G2	178	1,1316 ^c		
G1	180		1,3453 ^b	
G0	177			1,5823 ^a
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

el término de error es la media cuadrática

(ESTADIO(REP)) = ,033.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica
= 178,325.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c. Alfa = 0,05.

En esta tabla se observa que hubo diferencias entre las medias del peso del fruto de los estadios evaluados, formándose tres grupos, con la prueba de Tukey, donde se representa las diferencias con las letras a, b y c. La mayor media de peso de fruto se produjo en el estadio G0.

Anexo 21

Estadísticos descriptivos del peso de los frutos en campo para cada estadio y tiempo de medición

ESTADIO * SEMANA
PESO SIN TRANSFORMAR. VALORES REALES DE MEDIAS DE CAMPO
PESO

ESTADIO	SEMANA	N	Media	Error estándar de la media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
G0	1	29	4,5241	,18090	,97419	2,70	6,40
	2	30	4,2033	,21023	1,15146	2,80	6,60
	3	29	4,0414	,23591	1,27041	1,70	6,60
	4	30	3,7300	,16387	,89756	2,50	6,20
	5	29	4,0793	,19440	1,04689	1,10	6,00
	6	30	3,3133	,12427	,68064	2,10	4,60
	Total	177	3,9780	,08080	1,07498	1,10	6,60
G1	1	30	3,1267	,12484	,68377	1,80	5,00
	2	30	2,9933	,13321	,72964	1,10	4,40
	3	30	2,6967	,10608	,58101	2,00	4,40
	4	30	2,3933	,05812	,31833	1,80	3,40
	5	30	3,0967	,11012	,60314	2,00	4,20
	6	30	3,0500	,12231	,66992	1,80	4,60
	Total	180	2,8928	,04916	,65953	1,10	5,00
G2	1	30	2,3600	,13549	,74213	1,20	3,90
	2	29	2,3655	,11000	,59238	1,10	3,80
	3	30	2,1367	,11331	,62061	1,20	3,80
	4	29	1,6000	,07158	,38545	,90	2,50
	5	30	2,1433	,13601	,74495	1,00	3,70
	6	30	2,4333	,13072	,71599	1,10	3,80
	Total	178	2,1753	,05219	,69636	,90	3,90
Total	1	89	3,3236	,12730	1,20095	1,20	6,40
	2	89	3,1966	,12138	1,14509	1,10	6,60
	3	89	2,9461	,12504	1,17966	1,20	6,60
	4	89	2,5854	,11245	1,06083	,90	6,20
	5	89	3,0955	,11990	1,13116	1,00	6,00
	6	90	2,9322	,08177	,77573	1,10	4,60
	Total	535	3,0131	,04804	1,11124	,90	6,60

En esta tabla muestra los valores medios del peso de los frutos transformados de la interacción estadio por el tiempo de medición, en relación a la prueba de hipótesis estadística que correspondió a esa interacción. Es una gráfica parecida a la interacción de estadio por tiempo de medición (semana). Se observa que las medias transformadas son superiores en todas las semanas, con tendencia en las tres curvas de estadio a disminuir hasta la cuarta semana donde se presenta los valores mínimos de las medias, para luego, incrementar esos valores. La significación de esa interacción indica que las diferencias de las medias de los pesos de los frutos fueron diferentes en las semanas, es decir que los efectos de los estadios dependen del nivel de semana con el cual se combinan en la factorial.

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE LEVINE

Anexo 22

Prueba de igualdad varianza de Levine

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error ^a			
Variable dependiente: DIAMETRO TRANSFORMADO POR EL LOGARITMO NEPERIANO			
F	gl1	gl2	Sig.
1,078	89	447	.310

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Diseño : Intersección + ESTADIO + REP

Anexo 23

Prueba de igualdad de Levene

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error ^a			
Variable dependiente: PESO TRANSFORMADO POR EL LOGARITMO NEPERIANO			
F	gl1	gl2	Sig.
1,293	89	445	,050
Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.			
a. Diseño : Intersección + ESTADIO + REP			

Anexo 24

Prueba de normalidad Shapiro y Wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIAMT	0,136	535	0,000	0,970	535	0,000
PESOT	0,066	535	0,000	0,991	535	0,003
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Anexo 25

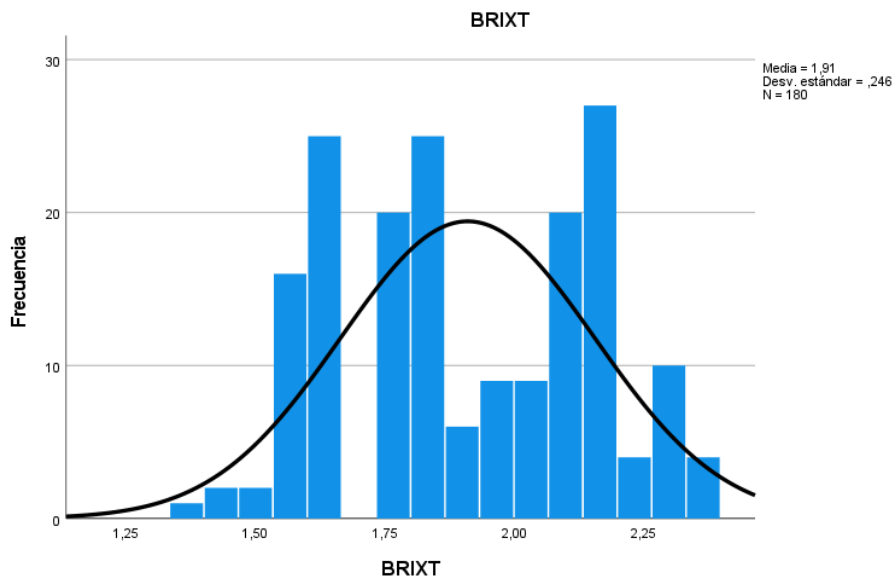
Datos estadísticos después de la transformación de diámetro y peso

Estadísticos después de la transformación			
N		DIAMT	PESOT
	Válido	537	535
	Perdidos	3	5
Media		0,7323	1,3526
Error estándar de la media		0,00446	0,01177
Mediana		0,7419	1,3350
Desv. Desviación		0,10341	0,27227
Asimetría		-0,204	0,001
Error estándar de asimetría		0,105	0,106
Curtosis		0,231	-0,079
Error estándar de curtosis		0,210	0,211

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA DE LA VARIABLE GRADOS BRIX TRANSFORMADA

Anexo 26

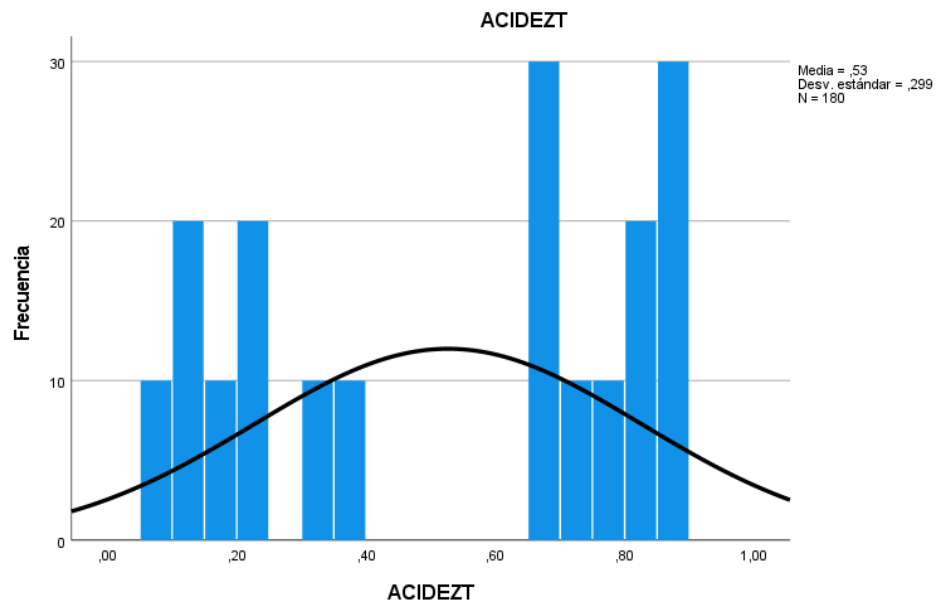
Histograma de frecuencia de variables de grados Brix transformado



HISTOGRAMA DE FRECUENCIA DE LA VARIABLE ACIDEZ TRANSFORMADA

Anexo 27

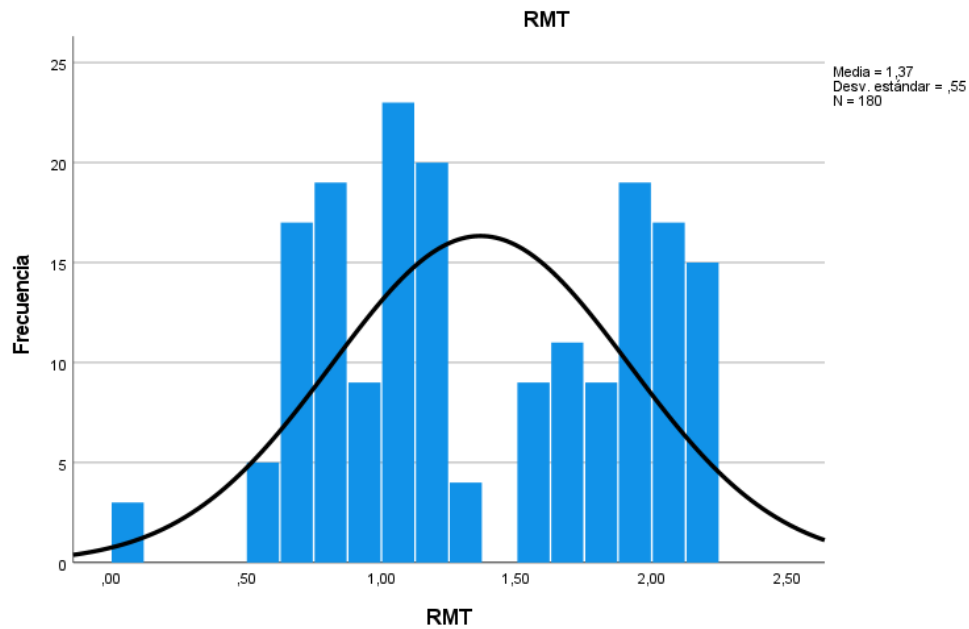
Histograma de frecuencia acidez transformada



HISTOGRAMA DE FRECUENCIA DE LA VARIABLE RM TRANSFORMADA

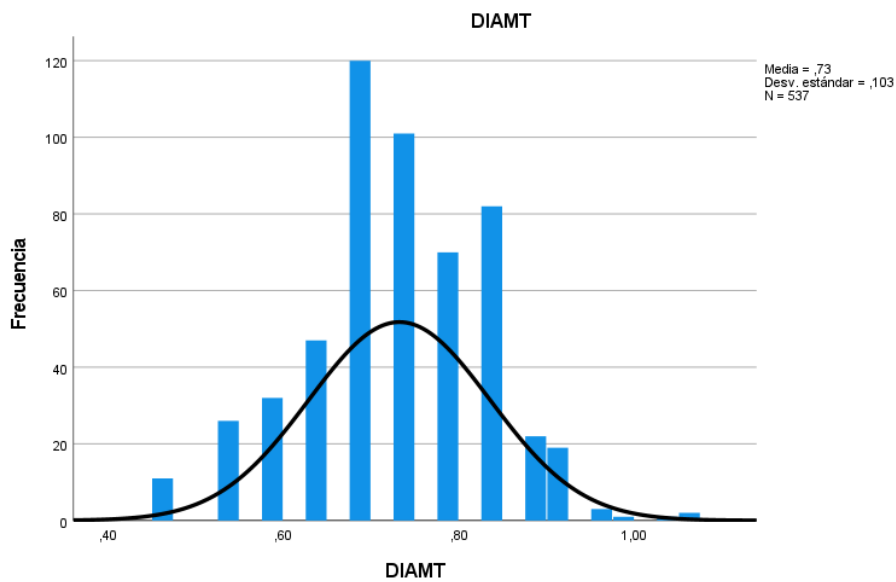
Anexo 28

Histograma de frecuencia de la variable RM transformada



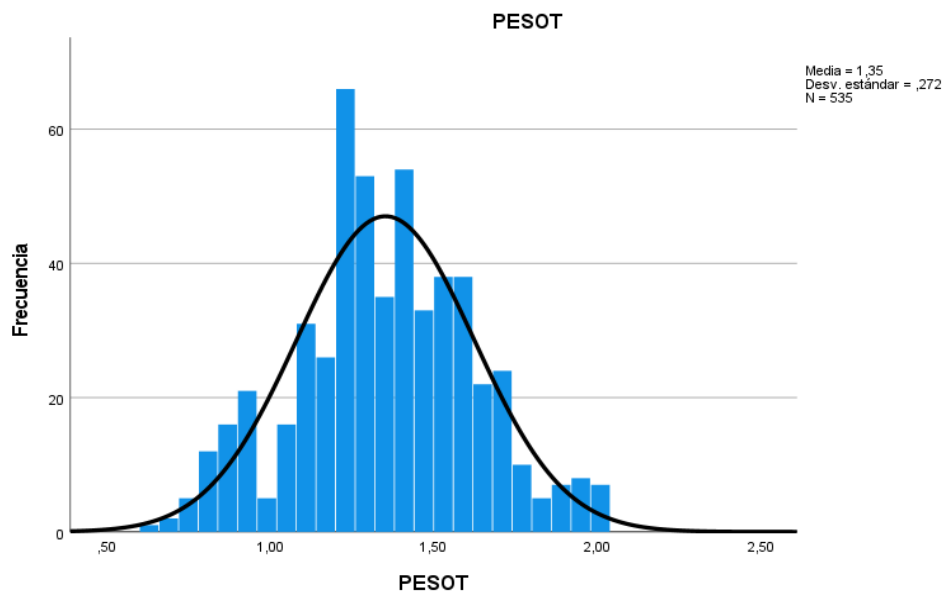
Anexo 29

Histograma de frecuencia de la variable diámetro transformada



Anexo 30

Histograma de frecuencia de la variable peso transformada



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antia, G. Torres, J. (1998). *Mora*. Bogotá, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA Bogotá
- Franco, G., & Giraldo Cardona, M. J. (1998) El cultivo de la mora. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). Agronet. Retrieved June 6, 2018, from <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>
- Ayala, L., Valenzuela, C., & Bohórquez, Y. (2012). Efecto de un recubrimiento comestible a base de alginato de sodio y iones de calcio sobre la calidad de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.). *Vitae*, 19(1): 129-131.
- Briseño, (2019) Contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus* Kunth “zarzamora” en diferentes estadios de maduración. Trujillo- Perú.
- Barrero Meneses, L S. (2009). *Caracterización, evaluación y producción de material limpio de mora con alto valor agregado*. Cundinamarca - Colombia. Corpoica.
- Bautista-Montealegre, L. (2017). Evaluación del efecto de cuatro nutrientes en la severidad de antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides* CEPA 52 en mora (*Rubus glaucus*, Benth.) bajo condiciones de invernadero. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Ciencias Agrarias.
- Beltrán, E. (2015). Caracterización fisiológica de *Rubus glaucus* en función del crecimiento productivo y del microambiente, en el corregimiento el Encano-Nariño (Colombia). <http://sired.udenar.edu.co/id/eprint/2980>

Bolaños B. M.M., Cardona W. A, García M. C., Zapata N. Y A, Beltrán A C R, Vásquez R R E, Martínez L E P, Clímaco H J, Ortega F N C, Peña H A C, Bautista M L G & Diego Alejandro López M D A (2020). Mora (*Rubus glaucus* Benth.): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca Bogotá, D. C.: Corredor Tecnológico Agroindustrial, CTA-2.

Botica-online. Propiedades de la zarzamora. [Citado el 08 de Octubre del 2023]
Disponibleen: <https://www.botanical-online.com/zarzamoraspiedadesalimentarias.htm>

Cancino-Escalante, G., L. Sánchez, E. Quevedo y C. Díaz. (2011). Caracterización fenotípica de accesiones de especies de *Rubus* L. de los municipios de Pamplona y Chitagá, región Nororiental de Colombia, *Univ Sci.* 16(3): 219-233.
<https://doi.org/10.11144/javeriana.SC16-3.pcor>

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica (2008). Tecnología para la producción de frutales de clima frío moderado, manual técnico. Recuperado en febrero de 2014 de www.corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/55401/55402.pdf

Chávez, O. (2011). *Cultivo y manejo de la zarzamora*. Tesis para optar el título de biólogo, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán. México.

Debbie, H-V. (2017). *Applied Multivariate statistical Concepts*. Routledge. Taylor & Francis. New York and London.

IBM Corp. Released (2015). *IBM SPSS Statistics for Windows, version 27:0* Armonk, NY: IBM Corp.

Fuentes, L. J. F. (2018). Repositorio Digital: Diferenciación morfoagronómica de seis cultivares de mora (*Rubus glaucus* Benth) en el valle de Tumbaco.

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1516>

Farinango, M. (2010). Estudio de la fisiología postcosecha de la mora de castilla (*Rubus glaucus* Bent) y mora variedad brazos (*Rubus* sp). Trabajo de grado. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Quito.

Marulanda, M. & López, A. (2009). Characterization of thornless *Rubus glaucus* in Colombia. *Canadian Journal of Pure and Applied Sciences*, 3(3): 875-885

Franco, G. & Bernal Estrada, J.A. (comp.) (2020). Tecnología para el cultivo de la mora (*Rubus glaucus* Benth.). Editorial Agrosavia.

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/35690>

Franco, G. & Giraldo, M. (1998). Cultivo de la mora. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/1279>

Gil A. (2010). Composición y calidad nutritiva de los alimentos. 2 ed. España: Médica Panamericana.

Graham J & Woodherad M (2009). Raspberries and blackberries. The genomics of *Rubus*. En: Foltá K, Gardiner S (eds.). Genetics of Rosaceae, plant genetics and genomics. New York, USA. 507-524.

Grijalba Rativa, C. M., Calderón Medellín, L. A. & Pérez Trujillo, M. M. (2010) EBSCOhost Login. Ebscohost.

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&auth>

<ype=crawler&jrnl=19004699&AN=83414299&h=ooq%2Fnp9d%2FkvWxPTGpiwXDpMqh0OFv%2FmR6mxUiP04yjDmGsm6NrJNoTVGBFTo8WAKHMwJm09PAd8JOq3PTnW2iA%3D%3D&cr=c>

Ibañez A. (2011). Caracterización de zarzamora silvestre (*Rubus* spp.) en la sierra norte y nororiente de Puebla, y sierra centro de Veracruz. México: Universidad Autónoma Chapingo.

ICA. (2018). El ICA realizó taller en manejo fitosanitario del cultivo de mora en Norte de Santander. ICA. <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-fitosanitario-mora-norte-de-santander.aspx#:~:text=Norte%20de%20Santander%20es%20uno%20de%20los%20departamentos,con%20un%20%C3%A1rea%20sembrada%20de%20aproximadamente%20489%20has.>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2010). *Norte de Santander – SOCIEDAD GEOGRÁFICA DE COLOMBIA*. IGAC. https://sogeocol.edu.co/Home_B/esgeo/departamentos/norte-de-santander/.

Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia (2023 y continuamente actualizado). Colecciones en Línea. Publicado en Internet <http://www.biovirtual.unal.edu.co>. Consultado el 1 de agosto 2023

LKS (2013). Informe Final. Programa de Transformación Productiva. Consultado en agosto de (2023) de <https://www.colombiaproductiva.com/> CMSPages/ GetFile.aspx?guid=17e2476f-a7ff-4159-b592-d8f44f4027d

Marulanda, M. L., & López, A. M. (2009). Characterization of thornless *Rubus glaucus* in Colombia. *Can. J. Pure Appl. Sci*, 3: 875-885.

Morales, C. S. & Villegas, B. (2012). Mora (*Rubus glaucus* Benth.). En G. Fischer (Ed.), Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Bogotá, Colombia: Produmedios

Munsell, A. H. (2000). *Munsell Plant Tissue Color Charts*. Revised washable edition Ed. Gretagmacbeth. New Winsor, USA.

Palacio, J. (2022). *Mapa de Pamplonita, Norte de Santander - Municipios.com.co*.
<https://www.municipios.com.co/mapa/norte-de-santander/pamplonita>

Romero, R. (1991). Frutas silvestres de Colombia (2.^a ed.). Bogotá, Colombia: Editorial ABC

Ruíz, R. & Piedrahita W. (2012). Fresa (*Fragaria* × *ananassa*). En G. Fischer (Ed.), Manual para el cultivo de frutales en el trópico (pp. 474-495). Bogotá, Colombia: Produmedios.

SIPSA, MADR & DANE (2013). El cultivo de la mora de Castilla (*Rubus glucus* Benth) frutal de clima frío moderado, con propiedades curativas para la salud humana noviembre 2013. Núm. 17

Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA (1998). El cultivo de la mora, Principios agroecológicos para su manejo. Rionegro, Antioquia

Soto, M., Pérez, A., Thompson, E., & Vaillant, F. (2013). Valorización del subproducto industrial de mora para la obtención de ingredientes alimenticios con propiedades funcionales. En Memorias del XXII Congreso de la Sociedad Italo Latinoamericana de Etnomedicina “Hernán Arguedas Soto”. Puntarenas, Costa Rica: Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (cita).

Universidad de Pamplona. (2005). ACUERDO No.186.

https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_171/recursos/general/18042017/reglamento_estudiantil.pdf

Zuloeta M. (2017). *Efecto de la temperatura en la calidad fisicoquímica de los frutos de zazorra*