



**Inducción a la producción forzada de frambuesa amarilla del Himalaya (*Rubus ellipticus*
Smith) con aplicación de citoquininas y boro**

Sarango Jaramillo, Andrea Carolina

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Pérez Guerrero, Patricio Alejandro Ph.D.

15 de agosto del 2022



Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: "Inducción a la producción forzada de frambuesa amarilla del Himalaya (*Rubus ellipticus* Smith) con aplicación de citoquininas y boro" fue realizado por la señorita Sarango Jaramillo, Andrea Carolina; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 15 de agosto del 2022.



Firmado electrónicamente por:
**PATRICIO
ALEJANDRO PEREZ
GUERRERO**

Ing. Pérez Guerrero, Patricio Alejandro Ph.D.

C. C.: 1802941011

Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos

Tesis Sarango Andrea V3.docx

Scanned on: 2:41 August 15, 2022 UTC



Identical Words	214
Words with Minor Changes	0
Paraphrased Words	0
Omitted Words	1255



Firmado electrónicamente por:
**PATRICIO
ALEJANDRO PEREZ
GUERRERO**

Ing. Pérez Guerrero, Patricio Alejandro Ph.D.

C. C.: 1802941011



Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Sarango Jaramillo, Andrea Carolina**, con cédula de ciudadanía n° 1723208383, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **"Inducción a la producción forzada de frambuesa amarilla del Himalaya (*Rubus ellipticus* Smith) con aplicación de citoquininas y boro"** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas

Sangolquí, 15 de agosto del 2022

Sarango Jaramillo, Andrea Carolina

C.C.: 1723208383



Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Autorización de Publicación

Yo, **Sarango Jaramillo, Andrea Carolina**, con cédula de ciudadanía n° 1723208383, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: "**Inducción a la producción forzada de frambuesa amarilla del Himalaya (*Rubus ellipticus* Smith) con aplicación de citoquininas y boro**" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 15 de agosto del 2022

Sarango Jaramillo, Andrea Carolina

C.C.: 1723208383

Dedicatoria

A toda mi familia que financiaron económicamente mi carrera universitaria, al final siempre hay un camino que seguir y no es el mismo para todos.

A mis amigos más cercanos y a aquellos que se consideren como tal.

A los chicos BC por tantas anécdotas y por todo el cariño, siempre los tengo presentes.

A los maestros que día a día se esforzaron en brindarme sus conocimientos y me impulsaron a culminar mis estudios universitarios.

Agradecimiento

A mis queridísimos padres Víctor y Teresa, hermanos: Eva, Marco, Daniel, Claudia y Beata por sus consejos, su paciencia y cariño, espero que bajo sus esperanzas pueda convertirme en una buena profesional y nunca pierda el norte.

A mis amigos en especial a Génessis Páez, Erick Rivera y Diego Muñoz que me acompañaron durante todo el proceso de educación y formación, nuestros caminos se separaron, pero algún momento volverán a unirse.

A Diego Loor cuya personalidad reservada y su disposición a brindarme su ayuda fueron cruciales para lograr este hito en mi vida académica.

Al Dr. Cesar Falconí Saá quien me ha regalado algo más valioso que cualquier cosa materia, su tiempo.

Finalmente, a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por permitirme formar parte de tan prestigiosa institución, a todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, al personal de apoyo, Don Fernando y Rocío. En especial a mi tutor de tesis Ing. Patricio Pérez y revisores Ing. Pablo Landázuri y Ing. Juan Tigrero quienes constantemente mostraron su incondicional apoyo y con mucho esfuerzo y paciencia supieron guiarme hasta la culminación de este proyecto.

Índice de contenidos

Carátula.....	1
Certificación	2
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Índice de contenidos	8
Índice de Tablas.....	11
Índice de figuras.....	12
Resumen.	13
Abstract.....	14
Capítulo. I	15
Introducción	15
Antecedentes	15
Justificación.....	16
Objetivos	17
<i>Objetivo General</i>	17
<i>Objetivos Específicos</i>	17
Hipótesis	17
Capitulo II.....	18
Marco Referencial.....	18
Lugar de origen y distribución de <i>Rubus ellipticus</i> Smith	18
Taxonomía	18

Características botánicas	18
Características productivas	20
Variedades remontantes y no remontantes	22
Propagación del frambueso.....	22
<i>Propagación sexual</i>	22
<i>Propagación asexual</i>	23
Estados fenológicos de la planta	23
Principales plagas que atacan el cultivo en la Hacienda el Prado.....	24
<i>Arctiidae</i>	24
<i>Aphididae (Áfidos o pulgones)</i>	25
Fitorreguladores	26
<i>Citoquininas</i>	27
Efecto de Boro en el frambueso	28
<i>Funciones Fisiológicas</i>	28
<i>Efectos en el cultivo</i>	28
Inductores a la floración en <i>Rubus</i>	28
Sistemas de Tutorado	29
<i>Espaldera simple sencilla</i>	29
<i>Espaldera doble</i>	30
Capítulo III	31
Metodología	31
Ubicación del lugar de investigación.....	31
Delimitación de la parcela y preparación del terreno	32
Manejo del cultivo: Podas de rejuvenecimiento, sanitarias y de formación.	32
Plan de fertilización	35
Factores de estudio	37

	10
Unidad Experimental	37
Modelo matemático	38
Aplicación de los tratamientos	39
Análisis funcional.....	41
<i>Área foliar</i>	41
<i>Número de nudos por tallo</i>	41
<i>Número de botones florales por racimo</i>	41
Capítulo IV	42
Resultados y Discusión.....	42
Área foliar	42
Número de botones florales por racimo	44
Capítulo V	45
Conclusiones y Recomendaciones	45
Conclusiones.....	45
Recomendaciones.....	46
Bibliografía.....	47

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Características morfométricas y nutricionales de 7 accesiones de <i>Rubus ellipticus</i> evaluadas durante 3 años en Bhowali, India.....</i>	21
Tabla 2 <i>Rendimiento promedio de Hisalu (<i>Rubus ellipticus</i> Smith) en montano bajo.....</i>	22
Tabla 3 <i>Interpretación de análisis foliar de macronutrientes en mora.....</i>	35
Tabla 4 <i>Interpretación de análisis foliar de micronutrientes en mora.....</i>	36
Tabla 5 <i>Resultado del análisis foliar en frambuesa amarilla del Himalaya e interpretación en base a los rangos establecidos por la SBCS.....</i>	36
Tabla 6 <i>Descripción de los tratamientos evaluados en el estudio de inducción a producción forzada en frambuesa amarilla del Himalaya.....</i>	37
Tabla 7 <i>Descripción de los contrastes.....</i>	39
Tabla 8 <i>Resultados del Test de Tukey en el área foliar; Alfa=0,05; DMS= 8,99.....</i>	42
Tabla 9 <i>Resultados del Test: Tukey en el número de nudos por tallo; Alfa=0,05; DMS= 3,9...44</i>	44

Índice de figuras

Figura 1 <i>Rendimiento promedio de Hisalu (<i>Rubus ellipticus</i> Smith) en montano bajo.....</i>	22
Figura 2 Fenología de los eventos reproductivos de <i>Rubus ellipticus</i> en Cibodas Botanical Garden.....	24
Figura 3 <i>Estados fenológicos en <i>Rubus ellipticus</i> Smith observados en Hcda. “El Prado”.</i>	24
Figura 4 <i>Arctia sp. en el cultivo de frambuesa amarilla del Himalaya</i>	25
Figura 5 <i>Presencia de pulgones en los tejidos jóvenes de <i>Rubus ellipticus</i> Smith.....</i>	25
Figura 6 <i>Catarinas o mariquitas en el cultivo de <i>Rubus ellipticus</i> Smith hacienda “El Prado” ...</i>	26
Figura 7 <i>Sistema de tutorado de espaldera sencilla para mora (<i>Rubus glaucus</i>).</i>	30
Figura 8 <i>Visión satelital del área de estudio</i>	31
Figura 9 <i>Parcela antes y después de la aplicación del control de malezas, limpieza entre plantas y poda.....</i>	33
Figura 10 <i>Plantas de aproximadamente 1 metro de altura previo a las podas.....</i>	33
Figura 11 <i>Poda de ramas en frambuesa amarilla del Himalaya.....</i>	34
Figura 12 <i>Croquis del experimento en la parcela de frambuesa amarilla del Himalaya.</i>	38
Figura 13 <i>Aplicación de tratamientos en plantas de <i>Rubus ellipticus</i> Smith.....</i>	40
Figura 14 <i>Defoliación manual previa a la aplicación de los tratamientos</i>	40
Figura 15 <i>Diagrama de barras del área foliar por tratamiento en el mes de julio</i>	43
Figura 16 <i>Diagrama de barras del número de nudos por tallo a una altura de 1,50 metros.....</i>	44

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de dos dosis de citoquininas y boro en las características agronómicas y fisiológicas de la planta silvestre *Rubus ellipticus* Smith (frambuesa amarilla del himalaya), el estudio se realizó durante el periodo de octubre 2021 a julio 2022 en la colección de frutales de la Hacienda “El Prado”, ubicada en la provincia de Pichincha en Ecuador, las 30 plantas de la colección se encuentran distribuidas en tres hileras separadas a una distancia de 2,50 metros, la separación entre plantas es de 0,53 m en promedio, se realizó las respectivas labores de campo y aplicación de tratamientos siguiendo el manual de manejo tradicional de mora (*Rubus glaucus*) y frambuesa roja (*Rubus idaeus*). Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial $2 \times 2 + 1$ con tres repeticiones, se efectuó la comparación de medias Tukey (p - valor < 0.05) para las variables estudiadas. Las variables agronómicas como número de nudos por tallo y área foliar no fueron estadísticamente significativas, además, el estudio mostró que los tallos cortados a una altura promedio de 1,50 metros tratados con aplicaciones exógenas de citoquininas (T1, T2, T3, T4) cada 30 días no influyó en la aparición prematura de flores, en conclusión, bajo el manejo y aplicación de citoquininas en dos dosis distintas para mora, no se logró acortar el periodo de desarrollo de los tallos ni provocó la inducción floral y consecuentemente la producción forzada.

Palabras clave: frambuesa amarilla, *Rubus ellipticus* Smith, producción forzada, citoquininas, boro.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of the application of two doses of cytokinins and boron on the agronomic and physiological characteristics of the wild plant *Rubus ellipticus* Smith (Himalayan yellow raspberry), the study was conducted during the period from October 2021 to July 2022 in the fruit collection of Hacienda "El Prado", located in the province of Pichincha in Ecuador, the 30 plants of the collection are distributed in three rows separated at a distance of 2.50 meters, the separation between plants is 0.53 m on average, the respective field work and application of treatments were carried out following the traditional management manual of blackberry (*Rubus glaucus*) and red raspberry (*Rubus idaeus*). A completely randomized design was used with a 2x2+1 factorial arrangement with three replications, and a Tukey mean comparison was performed (p -value < 0.05) for the variables studied. The agronomic variables such as number of nodes per stem and leaf area were not statistically significant, in addition, the study showed that stems cut at an average height of 1.50 meters treated with exogenous applications of cytokinins (T1, T2, T3, T4) every 30 days, did not influence the premature appearance of flowers, in conclusion, under the management and application of cytokinins in two different doses for blackberry, it was not possible to shorten the period of stem development nor did it cause floral induction and consequently forced production.

Keywords: yellow raspberry, *Rubus ellipticus* Smith, forced production, cytokinins, boron.

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

La frambuesa amarilla del Himalaya, mora amarilla o frambuesa dorada (*Rubus ellipticus* Smith) es una especie arbustiva perenne, capaz de alcanzar los 4,5 metros de altura, recibe su nombre por el color amarillo brillante de su fruto, es nativa de las estribaciones del Himalaya especialmente en India y Nepal en donde ha podido adaptarse a diversos pisos altitudinales que van desde los 300 a los 2600 m s.n.m. (M. Sharma et al., 2019a). La especie se ha establecido exitosamente en Ecuador, Estados Unidos (California, Florida, Hawái), Costa Rica y Jamaica gracias a las aves y algunos mamíferos pequeños que han contribuido a su diseminación alrededor del mundo (Gull & Nayik, 2020).

Debido a su importancia como una fuente de alimento para los pueblos milenarios del Himalaya, Saini (2014), exploró más a fondo las cualidades de esta planta, descubriendo que además de ser una fuente rica en antioxidantes posee la capacidad de reducir radicales reactivos y que el consumo de esta baya reduce significativamente el estrés oxidativo y la aparición de enfermedades degenerativas como el cáncer (Saini et al., 2014).

En la actualidad la investigación de esta especie se ha enfocado en identificar los compuestos bio-activos y extractos de raíces y hojas que durante siglos se han usado para controlar y curar diversas dolencias e infecciones (George et al., 2021).

Justificación

A pesar de su potencial nutracéutico *Rubus ellipticus* es una especie cuyo manejo cultural se limita a la domesticación de accesiones silvestres para investigación, pero no se ha determinado aún estrategias que puedan mejorar su rendimiento. Para Brevadan (1980), la baja productividad de flores y frutos puede darse por falta de nutrición, luminosidad y factores abióticos como prolongados periodos de lluvia o sequía y la falta de horas frío en frutales de hoja caduca.

La naturalización y domesticación de una especie cuya fisiología está en constante adaptación puede generar un cambio drástico en el periodo de floración y esto afecta directamente a la fructificación, los periodos pueden inhibirse, extenderse o aparecer de forma prematura producto del estrés fisiológico provocado por esta acción

La inducción a la fructificación forzada por medio de la aplicación exógena de hormonas vegetales o sintetizadas puede ser una opción viable para evaluar estrategias de producción, debido a que algunos fitorreguladores favorecen la floración y el amarre de frutos, estos han sido extensamente usados en distintas dosis y en diversas combinaciones (Galindo et al., 2006). Este estudio permitirá socializar el manejo cultural de esta especie silvestre y a futuro obtener un beneficio tanto económico como un aporte a la seguridad alimentaria para las familias ecuatorianas.

Rubus ellipticus comparte similitudes fisiológicas con el resto de *Rubus* comestibles, por tal motivo se combinan métodos de producción y manejo de plantación a campo abierto de dos especies: frambueso (*Rubus idaeus*) y mora (*Rubus glaucus*). Estas especies poseen manuales de manejo que son frecuentemente actualizados y justificados por investigaciones llevadas a cabo por el INIA de Chile e INIAP en Ecuador.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación foliar de citoquininas y boro en la producción de flores y frutos en frambuesa amarilla del Himalaya (*Rubus ellipticus* Smith).

Objetivos Específicos

Analizar las características agronómicas del cultivo después de la aplicación de dos dosis de citoquininas 2,5 ml.L⁻¹ y 1,25 ml.L⁻¹ y dos dosis de ácido bórico 0,8 g. L⁻¹ y 0 g. L⁻¹.

Analizar las características morfométricas y nutricionales después de la aplicación de dos dosis de citoquininas 2,5 ml. L⁻¹ y 1,25 ml. L⁻¹ y dos dosis de ácido bórico 0,8 g. L⁻¹ y 0 g. L⁻¹ de los frutos de *Rubus ellipticus* Smith.

Hipótesis

H0: El número de flores por tallo y el rendimiento en kg. ha⁻¹ de las plantas de frambuesa amarilla del Himalaya bajo la aplicación foliar de dos dosis de citoquininas y boro es similar que el rendimiento de las plantas testigo.

H1: La aplicación foliar de citoquininas y boro aumentan el número de flores por tallo y consecuentemente el rendimiento en kg. ha⁻¹ de las plantas de frambuesa amarilla del Himalaya.

Capítulo II

Marco Referencial

Lugar de origen y distribución de *Rubus ellipticus* Smith

El origen de esta especie está en la región de Nalgiris e Himalaya en la India, es capaz de adaptarse a bosques húmedos, secos y con pluviosidad abundante (S. Sharma et al., 2019). En la India es considerada como un importante cultivo perenne, dada su variabilidad genética la investigación se ha centrado en la caracterización de sus componentes genómicos y de esa forma implementar de manera satisfactoria sistemas de mejora genética que favorezcan su domesticación, reproducción y producción (S. Sharma et al., 2021).

Dada su facilidad para diseminarse en el 2000 fue catalogada dentro de las 100 peores especies invasoras del mundo, ha colonizado diversos pisos altitudinales, desde los 300 hasta los 2600 m s.n.m., pero en el 2016 dada una exhaustiva investigación se la catalogó como una de las 10 plantas medicinales, silvestres y comestible más importantes de la India (M. Sharma et al., 2019).

Taxonomía

Pertenece al Subreino: Streptophyta (plantas de suelo), superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas), de la División: Magnolophyta (Plantas que florecen), clase Magnoliopsida (dicotiledóneas), Subclase Rosidae, al orden: Rosales de la familia: Rosaceae, género: *Rubus* L. y especie: *Rubus ellipticus* Smith (Gull & Nayik, 2020).

Características botánicas

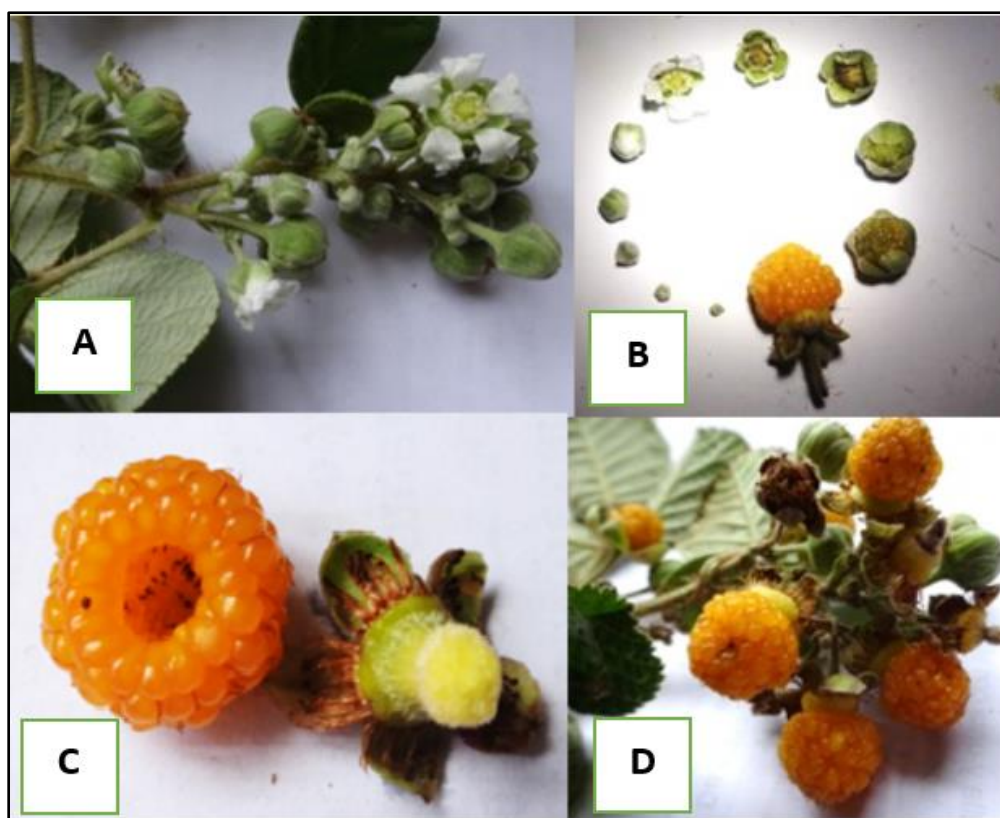
Es un arbusto perenne que puede alcanzar alturas de 1 a 4,5 metros, los tallos también denominados cañas por el aspecto leñoso o lignificado que adquieren al desarrollarse tienen un color verdoso, cubiertos de abundantes espinas curvas, además poseen cerdas o pelos glandulares de color marrón violáceo, las hojas son alternadas y compuestas de tres folíolos redondos o romos, las hojas son elípticas u ovaladas, los folios tienen pubescencias, el margen

es fuertemente aserrado con ápice agudo cordado y puntiagudo, el envés de la hoja es opaco y más claro que el haz y la nervadura media es prominente con 7 a 8 pares de venas secundarias (Gull & Nayik, 2020; Gupta & Thakur, 1987; Khaniya et al., 2021).

Las inflorescencias son terminales y monoicas, forman racimos aglomerados, pueden tener entre 10 o más flores, raramente se observan flores solitarias, miden entre 1 a 1,5 mm de diámetro, el ovario de la flor es pubescente y súpero con numerosos carpelos superiores, las drupas son de color amarillo dorado, las infrutescencias son subglobulosas de aproximadamente 1 cm de diámetro ecuatorial (Gull & Nayik, 2020).

Figura 1

Ramilla de frambuesa amarilla del himalaya, se pueden notar la heterogeneidad de los estados florales.



Nota: Plantas en estado silvestre en la provincia de Imbabura, ciudad Ibarra, en el cerro Guayabillas. Imágenes propias.

Características productivas

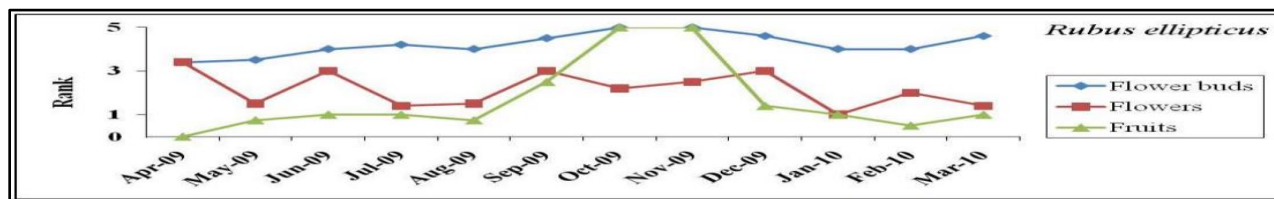
Rubus ellipticus Smith abunda en las estribaciones templadas de la cordillera del Himalaya, Maikhuri (1994), observó que la floración de esta especie sucedía en diferente épocas y esto dependía del piso altitudinal donde se desarrollaban las plantas, por medio de sus observaciones concluyó que la floración en montano bajo inicia a mediados de mayo y junio, en montano medio desde mediados de junio hasta julio y en montano alto a una altura promedio de 2 800 m s.n.m. se reporta ausencia de esta especie (Maikhuri et al., 1994).

Esta característica no se cumple en todos los casos, en la región de Gulmi en Nepal, la floración y fructificación suceden en los meses de marzo y abril respectivamente (Khaniya et al., 2021). Según Chahuan Pp (2016), la fructificación empieza en verano es decir en los meses de junio y agosto en zonas alpinas con temperaturas promedio entre 12 a 24°C (Pp et al., 2016).

Según Surya & Rahman (2012), en un estudio realizado en Indonesia, la producción máxima de flores sucede en los meses de octubre y noviembre (figura 2), sin embargo, esta planta puede generar botones florales todo el año, por este motivo la fructificación no es homogénea y los frutos maduran de forma dispersa tal como sucede en otras especies comestibles del género *Rubus*.

Figura 2

Fenología de los eventos reproductivos de Rubus ellipticus en Cibodas Botanical Garden



Nota: Máximo productivo de frutos, flores y botones florales bajo las condiciones climáticas en Indonesia (Surya & Rahman, 2012).

En Bhowali, Nainital, India a 1480 m s.n.m se evaluaron los caracteres de fructificación de 7 accesiones conservadas y domesticadas de frambuesa amarilla, la investigación se llevó a cabo durante 3 años bajo un manejo de podas frecuentes. En las observaciones preliminares Trivedi et al. (2014), concluyeron que el número mínimo de flores por racimo es de 2 a 3 y que el valor máximo registrado va de 20 a 23 flores, los resultados de las variables de estudio se muestran en la tabla 1.

Tabla 1

*Características morfométricas y nutricionales de 7 accesiones de *Rubus ellipticus* evaluadas durante 3 años en Bhowali, India*

Accesión No.	Peso (g)	Solidos Solubles (° Brix)	Largo del fruto (cm)	Ancho de fruto (cm)
IC-219046	8.52 ± 0.007	12.33 ± 0.14	0.82 ± 0.012	0.92 ± 0.12
IC-219045	3.45 ± 0.008	11.56 ± 0.12	0.61 ± 0.014	0.7 ± 0.14
IC-219047	5.12 ± 0.009	11.42 ± 0.13	0.71 ± 0.013	1.07 ± 0.16
IC-219066	5.16 ± 0.007	11.15 ± 0.15	0.59 ± 0.011	0.82 ± 0.14
IC-258065	7.63 ± 0.009	13.12 ± 0.12	1.87 ± 0.018	1.91 ± 0.13
IC-219044	7.51 ± 0.007	12.22 ± 0.13	0.7 ± 0.016	1.29 ± 0.15
IC-219063	4.3 ± 0.009	10.21 ± 0.14	0.94 ± 0.017	0.91 ± 0.16

Nota: Los promedios observados son los referentes al tercer año de estudio.

Recuperado de (Trivedi et al., 2014).

Las observaciones realizadas por Maikhuri et al. (1994), en plantas silvestre sin manejo alguno, son un importante aporte que sirven para proyectar el posible rendimiento promedio de frutos por hectárea de *Rubus ellipticus*, los resultados se observan en la tabla 2.

Tabla 2

Rendimiento promedio de Hisalu (Rubus ellipticus Smith) en montano bajo

Planta	Tamaño del arbusto	Ramas por planta	Rendimiento Promedio por rama (kg)	Rendimiento promedio por planta (kg)	Rendimiento promedio por hectárea (kg)
<i>Rubus ellipticus</i>	Pequeño	5	0,095 ± 0,012	0,475 ± 0,024	15,6 ± 1,23
	Medio	8	0,122 ± 0,014	0,976 ± 0,041	19,5 ± 1,35
Smith	Grande	15	0,175 ± 0,018	2,625 ± 0,112	31,5 ± 1,49

Nota: Los rendimientos promedios fueron obtenidos de 10 plantas silvestres que compartían similitudes en cuanto a tamaño y número de ramas (Maikhuri et al., 1994).

Variedades remontantes y no remontantes

En mora, frambueso y otras *Rubus*, el ciclo fenológico es determinado por la época invernal y las horas frío acumuladas, la clasificación de variedades remontante es para aquella planta que es capaz de producir dos cosechas al año, en algunos textos se acuña el término “reflorescente” y “no reflorescente” (Morales et al., 2017).

Las variedades de frambueso rojo (*Rubus idaeus*) en su totalidad son consideradas como variedades remontantes, la cosecha de frutos se da en verano (agosto y septiembre), y en la primavera del siguiente año (febrero y marzo), los tallos se secan y culminan con su ciclo. Por otra parte, las variedades no reflorescentes o no remontantes se comportan como tallos bianuales y la cosecha es exclusivamente en verano (García et al., 2014).

Propagación del frambueso

Para Peng Yau, las principales formas para la propagación efectiva de *Rubus* sp. pueden dividirse en dos, de forma sexual y asexual.

Propagación sexual

Las plantas de frambueso pueden propagarse por medio de semillas, para ello es necesario escarificar las semillas, el proceso consiste en enfriar la semilla a 5°C durante 24 horas, después sumergir durante una hora con hipoclorito de sodio, posteriormente secarlas y

sembrarlas en medio nutritivo Murashige y Skoog (MS) de preferencia, este método no es muy efectivo debido a la variabilidad genética de las plantas (Yau, 1986).

Propagación asexual

La técnica de micro propagación in vitro es un método recomendado, en donde se emplean yemas axilares del ápice de las plantas y raíces sembrados en medios de 3,0 mg. l⁻¹ de Benciladenina (BA) y 0,3 mg. l⁻¹ de ácido Indolbutírico (IBA) que son altamente efectivos para la generación de callos y raíces (Yau, 1986). Esta información concuerda con las observaciones realizadas en fase de propagación de *Rubus ellipticus* Smith en donde se obtuvo el 100% de enraizamiento en brotes etiolados con dosis de 1500 ppm de IBA (Quispe, 2019).

El método más conocido y económico es el esqueje de un solo nudo y el acodo etiolado, el primer método consiste en cortar los tallos de una planta madre y dividirlo en partes que tengan una a dos yemas y posteriormente colocarlos en sustrato y trasplantar después de medio año. El segundo método consiste en tomar una rama de la planta madre y guiarla hacia el suelo, podar las hojas y cubrirla de tierra dejando sobresalir el ápice, en ausencia de luz se generan raíces en la zona enterrada, cuando sean visibles se puede separar de la planta madre (Yau, 1986).

Estados fenológicos de la planta

Bajo la evidencia recopilada se puede indicar que la planta *Rubus ellipticus* Smith es una variedad remontante, por tal motivo su ciclo fenológico se asemeja al de la mora y frambueso. En regiones con similares características a las del Ecuador como temperaturas promedio mínimas de 6 °C, media de 15 °C y máximas de 25 °C. Los estados fisiológicos están comprendidos desde la poda como: yema hinchada (15 días), brotación (30 d), botón floral (15 d), floración (15 d), cuajado (15 d), llenado de fruto (10 d), pinta (25 d), cosecha de cañas (20

d), floración de retoños (45 d) y cosecha de retoños (35 días) dando un total del ciclo vegetativo de 225 a 250 días (CIREN, 2017).

Figura 3

Estados fenológicos en Rubus ellipticus Smith observados en Hcda. "El Prado".



Nota: Yema en desarrollo, brote y punto de botón floral.

Principales plagas que atacan el cultivo en la Hacienda el Prado

Arctiidae

Es una familia de polillas con diversas combinaciones de colores, diseños de franjas, las larvas son pubescentes, se encuentra distribuida ampliamente en el Neotrópico, consumen una gran variedad de especies herbáceas y pocas larvas se alimentan de hojas de árboles o arbustos (Muñoz & Amarillo, 2010).

El género *Arctia* sp. (Lepidóptera) ataca preferentemente a algunos pastos (Kikuyo) y hortalizas (fréjol), sin embargo, se registran ataques a cultivos de mora (*Rubus glaucus*) en este cultivo se lo ha denominado como gusano Santamaria. Todo el proceso de metamorfosis se desarrolla en el follaje y está comprendido entre 30 a 35 días (Castaño, 2000). Es una plaga que fácilmente se puede controlar debido a la cantidad de controladores biológicos y enemigos naturales que posee, como algunas aves e insectos parásitos, el control químico para esta especie se puede realizar con productos con ingrediente activo clorpirifos o monocrotofos si es estrictamente necesario.

Figura 4

Arctia sp. en el cultivo de frambuesa amarilla del Himalaya en la hacienda “El Prado”



Nota: Las larvas se encontraron al envés de las hojas trifoliadas.

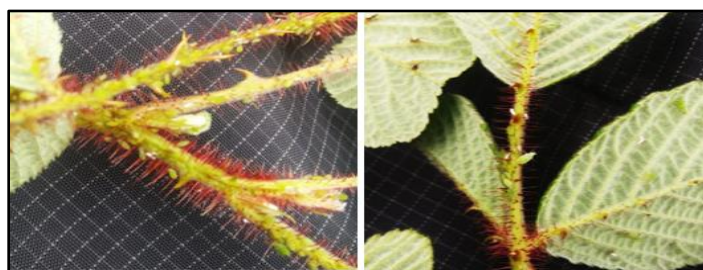
***Aphididae* (Áfidos o pulgones)**

Los áfidos poseen diversas características diferenciales como los colores que es un mecanismo que les ayuda a mimetizarse en la planta hospedera y así evadir a los depredadores, presentan polimorfismo y se pueden clasificar como ápteros y alados, cualidad que les permite migrar a nuevos hospederos (Castaño, 2000).

La reproducción es sexual, también por partenogénesis (asexual), la metamorfosis es gradual, los estadios de desarrollo son ninfas y después de cuatro mudas se origina el áfido adulto. Su aparato bucal picador-chupador le permite alimentarse de la savia de brotes en desarrollo, esta acción apenas causa daño en el hospedero, sin embargo, deben alimentarse continuamente debido al riesgo por deshidratación (Ascenzo, 2016).

Figura 5

Presencia de pulgones en los tejidos jóvenes de *Rubus ellipticus* Smith



Nota: Imagen captada durante las podas de formación.

Los controladores biológicos son altamente efectivos para reducir la población de individuos y evitar la infestación, los productos a base de extractos vegetales como el aceite de neem resulta una buena alternativa ecológica para combatir pulgones, trips, mosca blanca, gorgojos, entre otras plagas (Ascenzo, 2016). A campo abierto, rodeado de plantas silvestres el control más eficiente para pulgones son las catarinas (Coccinellidae), sumado al manejo cultural de podas frecuentes de brotes jóvenes de frambuesa amarilla lo que limita la fuente de alimento de estos insectos.

Figura 6

Catarinas o mariquitas en el cultivo de Rubus ellipticus Smith hacienda “El Prado”



Fitorreguladores

Las fitohormonas o reguladores de crecimiento conforman un grupo de sustancias orgánicas que pueden obtenerse a través de la síntesis de los compuestos de las plantas, estas sustancias naturales suelen tener efecto sobre la floración, el cuajado, coloración, maduración y calibre de los frutos, algunos estudios realizados en solanáceas y cucurbitáceas sugieren que su aplicación puede retener la caída de flores y frutos, dada su capacidad de actuar en una zona localizada mejora significativamente el crecimiento y desarrollo de la planta y sobre todo de las inflorescencias (Quezada, 2022; Sarmiento, 2021). Se pueden clasificar a las hormonas reguladoras de crecimiento por grupos en donde se destacan 5: Auxinas, Citoquininas, Giberelinas, Etileno y Ácido Abscísico (Romero, 2016).

Citoquininas

Fueron descubiertas por Skoog y Miller en los años de 1950, quienes describieron su acción como promotor de la división celular o citocinesis, las citoquininas derivan de la adenina (aminopurina) llamada "kinetina" (6-furfuril aminopurina) (Santiago, 2021). Considerado como un regulador de crecimiento (CTK), es un compuesto orgánico que se trasloca de una parte de la planta a otra y facilita una respuesta fisiológica (Cruz & Camino, 2015).

La gran mayoría de citoquininas naturales o artificiales mantienen aún en su forma molecular la base de adenina, la citoquininas de origen natural derivan de las purinas: Kinetina (furfurilaminopurina), benciladenina (BA), zeatina (la más abundante y frecuente), por otro lado, algunas de origen sintético no conservan la base de adenina y derivan de la difenilurea (forclorofenuron), y tiadiazurón (TDZ) considerados uno de los compuestos más potentes para la formación de brotes y usados en propagación de cultivos (Jordán & Casaretto, 2006).

Funciones fisiológicas

Los efectos positivos que se les atribuye son: el retraso de la senescencia de las hojas, el desarrollo de cloroplastos, la permanencia de clorofilas permite que la planta mantenga la síntesis de proteínas, permite la transcripción de varios genes y el transporte de aminoácidos hacia los tejidos donde se encuentra concentrada esta hormona, también puede activar yemas laterales en dormancia, es decir que puede generar en las plantas entrenudos más cortos (Jordán & Casaretto, 2006).

Efectos de las citoquininas en la fruticultura

Se ha descrito que las citoquininas de origen natural o sintético, inciden de manera positiva en el cuajado y rendimiento de los frutos como: higo (*Ficus carica* L.), frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) y manzana (*Malus domestica*) sin afectar la calidad química de estos (Morgado et al., 2018). Sin embargo, dependiendo de la especie vegetal y las dosis aplicadas, en algunos casos puede adelantar la floración en otros puede hasta inhibirla (Galindo et al.,

2006). Algunos efectos adversos al uso de altas concentraciones de citoquininas fueron descritos en *Rosa* sp. debido a que provocaron un desbalance dentro de los procesos fisiológicos, los síntomas de toxicidad fueron: necrosis en pétalos y baja longitud y diámetro de botón floral, por este motivo es recomendable el uso de dosis óptimas para cada cultivo (Robles et al., 2012).

Efecto de Boro en el frambueso

Funciones Fisiológicas

La aplicación de boro en la frambuesa roja mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada, mejora la cuajada de flores y aumenta el calibre de frutos. En algunos casos se indica que el exceso de este elemento genera daños en hojas, quema el margen de estas y progresivamente se observan manchas cloróticas hasta el centro de la misma (Hirzel, 2009). El boro ayuda a la síntesis de la pared celular, en el metabolismo del AIA (ácido indol acético) es una auxina la cual participa en la diferenciación de tejidos y división celular, además, participa en el metabolismo del fenol, funcionamiento e integridad de las membranas y el transporte de azúcar entre otras funciones (Yamada, 2000).

Efectos en el cultivo

La aplicación de boro durante la etapa de cuajado aumenta el calibre de frutos, durante la formación de yemas contribuye a una mejor brotación y acumulación de reservas para la siguiente temporada, la deformidad de los frutos es uno de los efectos adversos que se generan por la deficiencia de este elemento (CIREN, 2017).

Inductores a la floración en *Rubus*.

Algunos genes actúan y controlan el momento del inicio de la floración, el gen CONSTANS (CO), el cual induce la activación de otras expresiones génicas, depende del ritmo circadiano, por lo cual la producción de ARN mensajero difiere entre una planta de día corto y una de día largo. La expresión de LFY (LEAFY) que es el “interruptor” del desarrollo floral está regulado por todas las vías que controlan la floración, según Blázquez et al. (2011), la vía

facultativa de días largos, la vía dependiente de giberelinas y la vía autónoma son las principales causantes del desarrollo de primordios y diferenciación floral. El frambueso y la zarzamora son consideradas plantas de día corto, necesitan acumular entre 300 a 700 horas frío para que las yemas rompan dormancia, al no acumularse las horas suficientes, la aplicación exógena de productos sintetizados como cianamida hidrogena, aceite mineral, TDZ (citoquinina) y prácticas culturales como podas a diversas intensidades, permiten controlar el inicio de la floración (Galindo et al., 2006). La aplicación de fitohormonas es una práctica popular en la fruticultura y floricultura debido a que permite homogenizar el estado del cultivo, adelantar la floración, también, mejoran las características productivas de la especie y es considerada una actividad relativamente económica a comparación de otros tipos de manejo cultural o químico (Grijalba & Trujillo, 2009).

Sistemas de Tutorado

Bajo el sistema tradicional de manejo de las especies comestibles del género *Rubus* como mora y frambueso, el hábito de crecimiento (decumbente y semierecto) que poseen estas plantas y la facilidad que brindan los sistemas de tutorado para las labores de manejo y el control de la sanidad del cultivo, se pueden implementar dos sistemas: sistema de espaldera simple sencilla y sistema de espaldera doble (Galvis & Herrera, 2008; Grijalba & Trujillo, 2009).

Espaldera simple sencilla

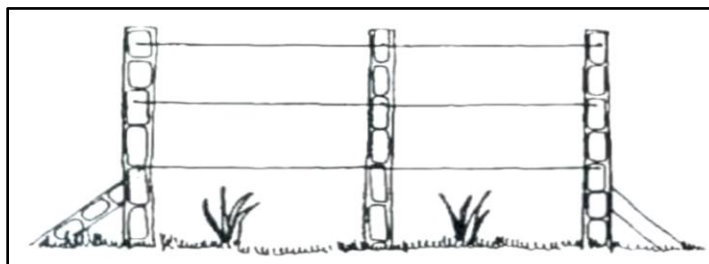
Se necesita postes de madera de 2,2 metros de largo, los cuales se entierran a 0,50 m de profundidad en dirección del surco, distanciados entre 6 u 8 metros, se tensa alambre galvanizado calibre 10 o 12 a 0,80 metros desde el suelo, se coloca una segunda hebra a 1,30 m desde el suelo, se puede colocar una tercera hebra si el hábito de crecimiento de la planta es decumbente o rastrero, esta se colocará a 1,50 m del suelo (figura 7).

Espaldera doble

La espaldera doble consiste en colocar a los lados de la hilera de plantas dos espalderas sencillas, a 0,50 m o a un metro de distancia entre ellas.

Figura 7

Sistema de tutorado de espaldera sencilla para mora (Rubus glaucus).



Nota: Tomado de “El manejo de mora en postcosecha”
(Galvis & Herrera, 2008).

Capítulo III

Metodología

Ubicación del lugar de investigación

Esta investigación se llevó a cabo en la colección de frutales de la carrera de Agropecuaria, las plantas de *R. ellipticus* se encuentran a campo abierto en un área neta de 108 m², las condiciones climáticas promedio tomadas de la estación meteorológica de la Hacienda el Prado correspondiente a la serie 1998-2019 son: 14°C de temperatura promedio anual, precipitación de 1300 mm por año, humedad relativa del 68%, velocidad del viento de 2 m.s⁻¹, presión atmosférica de 736 Hpa y heliofanía de 4,5 horas (Arce-Cariel & Pozo-Rivera, 2015). La parcela está ubicada a 15 metros del invernadero de fruticultura situado en la Carrera de Agropecuaria, en la hacienda El Prado, Parroquia San Fernando, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha la cual se encuentra geográficamente ubicada a 78°24'44'' E, 0°23'20'' S y a una altitud promedio de 2748 m s.n.m.

Figura 8

Visión satelital del área de estudio



Nota: La figura representa la ubicación del experimento. (Google Earth, 2021).

Delimitación de la parcela y preparación del terreno

La parcela se delimitó con 20 postes de madera de 2,3 metros de altos, enterrados a una profundidad de 0,7 m, con cuatro hileras cada 0,5 m de alambre galvanizado Nro. 18. Adicionalmente se implementó el sistema de tutorado de espaldera sencilla con doble hebra de alambre galvanizado Nro.14, con 2 soportes de madera de 3 metros de alto enterrados a 0,70 m de profundidad para cada hilera, la primera hebra a 0,6 m sobre el suelo y la segunda a 0,7 m sobre la primera.

Para el control de maleza se roció los caminos y el borde delimitado con un herbicida no selectivo de contacto, Gramoxone (paraquat) con la dosis de 2 l. ha⁻¹, se usó una bomba de aspersión de 20 litros de capacidad con lo cual se asegura una correcta fumigación de la parcela.

Se realizó la limpieza manual entre plantas, donde se retiró restos de materia vegetal en descomposición y se aporcó las plantas para estimular la aparición de nuevos brotes, al momento de finalizar el estudio se cuenta con 30 plantas viables.

La parcela dependió de las precipitaciones de la época lluviosa que está comprendida entre los meses de diciembre hasta junio según la estación meteorológica IASA I, no existe una instalación para el riego dentro de la parcela. No existieron sequias prolongadas durante el periodo de observación, sin embargo, el estrés hídrico es considerado como un promotor de la inducción floral, es decir, se consideró como un efecto positivo para este estudio.

Manejo del cultivo: Podas de rejuvenecimiento, sanitarias y de formación.

La poda de rejuvenecimiento se realizó una sola vez, se cortan todos los tallos usando tijeras y sierra de poda, se utilizó 10 ml de cloro diluido en 1 litro de agua para desinfectar las herramientas y evitar la propagación de posibles enfermedades y la entrada de patógenos hacia la raíz.

Las podas de formación iniciaron desde la etapa de yema hinchada, se eliminaron las yemas que estaban muy unidas entre sí, se procuró dejar entre 3 a 4 yemas en el rizoma principal.

Figura 9

Parcela antes y después de la aplicación del control de malezas, limpieza entre plantas y poda



Los brotes desarrollados pueden convertirse en primocane o floricone, en el cultivo de mora se conoce a estos tallos (cañas) como hembras a aquellos que forman yemas florales y tallos machos a aquellos que forman yemas vegetativas. Cuando alcanzaron una altura aproximada de 1 metro, se removió 4 a 5 yemas desde la unión del tallo con el rizoma para facilitar las labores culturales como limpieza y fertilización.

Figura 10

Plantas de aproximadamente 1 metro de altura previo a las podas.



A la caña de floración se le realizó el despunte de yema terminal o ruptura de la dominancia apical, con esta acción se estimuló el crecimiento de yemas axilares, esta actividad se realizó cuando las cañas alcanzaron una altura promedio de 1,50 metros desde la base del brote hasta la zona deseada.

Las yemas axilares se denominan como ramas, el despunte de las ramas se realizó cuando se contabilizaron 4 a 5 yemas. Estas yemas al crecer se denominaron ramillas estas pueden ser vegetativas y florales (cargas). Las cargas (infrutescencias) aparecen en los ápices de las ramillas por este motivo no se deben podar o despuntar.

Figura 11

Poda de ramas en frambuesa amarilla del Himalaya.



Nota: Los rombos representan el número de yemas, lo recomendado es dejar entre 4 a 5 yemas por rama.

La poda sanitaria fue necesaria debido a lesiones provocadas en los brotes más jóvenes por el efecto de fuertes granizadas. Este tipo de podas se realiza cuando existan lesiones por patógenos o plagas que atacan a los tallos y por el daño o pudrición de los tejidos vegetales provocadas por ventarrones, fuertes lluvias o granizadas.

Plan de fertilización

La fertilización fue edáfica, los resultados de los análisis de suelo y foliar fueron satisfactorios en cuanto a nutrientes presentes y no fue necesario realizar un arreglo nutricional o incorporar materia orgánica, pero para evitar la pérdida por extracción de nutrientes, se incorporó al suelo 5 g por planta de fertilizante yaramilla-complex una vez por semana, esto ayuda a mantener un flujo constante de nutrientes reconstituyendo la pérdida por lixiviación y por la aparición de malezas, tal como lo sugiere García et al, (2014), en su manual “El cultivo de frambueso”. La fertilización se realizó desde noviembre del 2021 hasta julio del 2022, cuando los brotes alcanzaron el estado fenológico deseado se procedió a la aplicación de los tratamientos sin suspender la fertilización.

La Sociedad Brasileña de ciencias del suelo (SCCS), recomienda el uso de los siguientes rangos de macro y micronutrientes (tabla 3 y 4) que requieren las especies comestibles del género *Rubus* como fuentes de interpretación (Cardona & Benavides, 2019).

Tabla 3

Interpretación de análisis foliar de macronutrientes en mora

Interpretación	Macronutriente				
	N	P	K	Ca	Mg
			%		
Insuficiente	< 1,75	< 0,20	< 1,00	< 0,50	< 0,25
Bajo	1,75-2,19	0,20-0,25	1,00-1,24	0,50-0,59	0,25-0,29
Normal	2,20-3,00	0,26-0,45	1,25-3,00	0,60-2,50	0,30-1,00
Alto	3,01-3,50	0,46-0,65	3,01-4,00	2,51-3,00	1,01-2,00
Excesivo	3,50	0,65	4,00	3,00	2,00

Nota: (Cardona & Benavides, 2019).

Tabla 4

Interpretación de análisis foliar de micronutrientes en mora

Interpretación	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe mg.kg ⁻¹	Mn	Zn
Insuficiente	< 25	< 3	< 30	< 20	< 12
Bajo	25-29	3-5	30-49	20-49	12-14
Normal	30-80	6-25	50-150	50-300	15-50
Alto	81-100	20-100	151-250	301-1000	51-300
Excesivo	> 100	> 100	> 250	> 1000	> 300

Nota: (Cardona & Benavides, 2019).

Tabla 5

Resultado del análisis foliar en frambuesa amarilla del Himalaya e interpretación en base a los rangos establecidos por la SBCS

Parámetro	Unidad	Resultado	Interpretación
Macronutrientes			
N		2,24	Normal
P	%	0,23	Bajo
K		1,16	Normal
Micronutrientes			
B		43,12	Normal
Cu		6,50	Normal
Fe	mg.kg ⁻¹	280,93	Excesivo
Mn		110,93	Normal
Zn		19,49	Normal

Nota: Las muestras fueron enviadas y analizadas en Agrocalidad (Edison Vega & Luis Cacuango, 2022).

Para el INIA los niveles adecuados para frambueso (*Rubus idaeus*) en cuanto a potasio están comprendidos en un rango entre 0,2-0,4 % y en cuanto a hierro concuerda con Cardona & Benavides (2019), considerando excesivo si esta sobre el rango de 120 a 200 mg.kg⁻¹ (Morales et al., 2017). Los datos obtenidos de los análisis son satisfactorios y para evitar la

pérdida por extracción de nutrientes, se incorporó al suelo 5 g por planta de fertilizante yaramilla-complex cada semana, esto ayuda a mantener un flujo constante de nutrientes reconstituyendo la pérdida de nutrientes por lixiviación y por competencia de malezas, tal como lo sugiere García et al, (2014), en su manual “El cultivo de frambueso”.

Factores de estudio

El experimento consta de dos factores y cada uno de los factores posee dos niveles:

Factor A: Dosis de Citoquininas (1,25 ml. l⁻¹ y 2, 5 ml. l⁻¹) ingrediente activo Kinetin.

Factor B: Dosis de ácido bórico H₃B₀3 (0,8 g. l⁻¹ y 0 g. l⁻¹)

Los tratamientos resultantes son de la interacción de los factores A y B. Además de contar con un tratamiento control sin ningún tipo de aplicación como muestra la tabla 6.

Tabla 6

Descripción de los tratamientos evaluados en el estudio de inducción a producción forzada en frambuesa amarilla del Himalaya

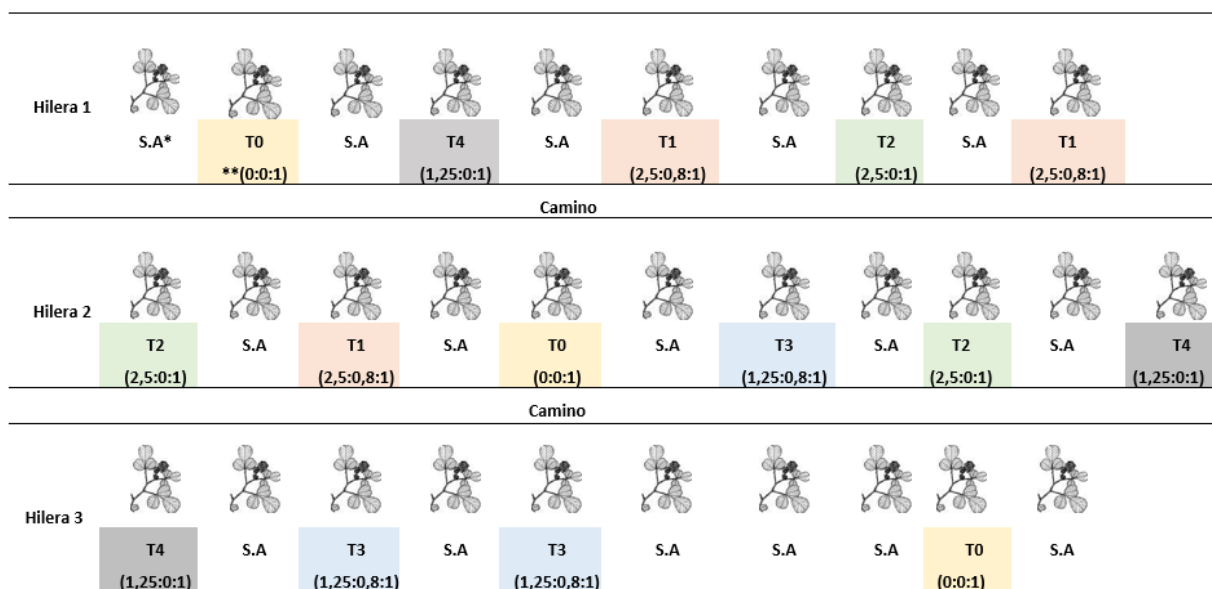
Código	Descripción
T0	3 plantas testigo. Citoquininas 0 ml. l ⁻¹ + H ₃ B ₀ 3 0 g. l ⁻¹ (0g ingrediente activo B) +Adherente (1,0 ml. l ⁻¹).
T1	3 plantas tratadas con Citoquininas 2,5 ml. l ⁻¹ (0,025 ml de ingrediente activo Kinetin) + H ₃ B ₀ 3 0,8 g. l ⁻¹ (0,047 g ingrediente activo B) +Adherente (1,0 ml. l ⁻¹)
T2	3 plantas tratadas con Citoquininas 2,5 ml. l ⁻¹ (0,025 ml de ingrediente activo Kinetin) + H ₃ B ₀ 3 0 g. l ⁻¹ (0 g ingrediente activo B) + Adherente (1,0 ml. l ⁻¹)
T3	3 plantas tratadas con Citoquininas 1,25 ml. l ⁻¹ (0,0125 ml de ingrediente activo Kinetin) + H ₃ B ₀ 3 0,8 g. l ⁻¹ (0,047 g ingrediente activo B) +Adherente (1,0 ml. l ⁻¹)
T4	3 plantas tratadas con Citoquininas 1,25 ml. l ⁻¹ (0,0125 ml de ingrediente activo Kinetin) + H ₃ B ₀ 3 0 g. l ⁻¹ (0g ingrediente activo B) +Adherente (1,0 ml. l ⁻¹)

Unidad Experimental

La unidad experimental consta de tres plantas por tratamiento, las plantas se encuentran distribuidas en tres hileras separadas a una distancia de 2,50 metros, la separación entre plantas es de 0,53 m en promedio. Los tratamientos fueron asignados al azar evitando que los tratamientos queden juntos

Figura 12

Croquis del experimento en la parcela de frambuesa amarilla del Himalaya



Nota: *La abreviatura “S. A” significa sin aplicación; **Los números debajo del código indican el orden la dosis de **Citoquininas, Boro y Adherente**; Los tratamientos son asignados al azar.

Modelo matemático

Modelo matemático para evaluar la variable de respuesta “rendimiento” de flores y frutos es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + H_i + B_j + HB_{ij} + e_{ij}$$

Donde,

y_{ij} = Rendimiento en kg por ha⁻¹ de frutos de frambuesa amarilla del Himalaya

μ = Media general

H_i = Efecto de la i-ésima dosis de la hormona

B_j = Efecto del i-ésima dosis de boro.

HB_{ij} = Efecto de la interacción de la hormona x Boro

e_{ij} = Error experimental

Se realizaron pruebas de contrastes ortogonales, para comparar las medias de citoquininas, boro y la interacción de estos factores.

Los contrastes se estructuran de la siguiente forma:

C1 contrasta los promedios de los productos aplicados contra el testigo. C2 y C3 contrasta los promedios entre la misma dosis de citoquininas y la interacción en presencia o ausencia de boro, en la tabla 7 se presentan los contrastes que pueden ser significativos para este estudio.

Tabla 7

Descripción de los contrastes

Contraste	Descripción
C1	$u_1 + u_2 + u_3 + u_4 - 4u_5 = 0$ T1, T2, T3, T4 vs T0 (Testigo).
C2	$u_1 - u_2 = 0$ T1 vs T2.
C3	$u_3 - u_4 = 0$ T3 vs T4.

Aplicación de los tratamientos

En los ensayos de campo realizados por Cruz & Camino (2015), en mora (*Rubus glaucus*), se destacan dos efectos favorables al aplicar la dosis de 2,5 ml. l⁻¹ (0,025 ml de ingrediente activo Kinetin): una mayor diferenciación floral y mejor cuajado de frutos. Según Galindo et al. (2006), usar una combinación de citoquininas y giberilinas (1,25 mg y 2,00 mg. l⁻¹), para forzar la producción en frambuesa roja, es efectivo, este sistema adelanta la floración en 14 días, sin embargo, no se probó el efecto por separado de estas hormonas.

Las plantas se defoliaron tres días antes a la primera aplicación de citoquininas, esto provoca estrés en la planta y la induce a producir sus propias hormonas (Cruz & Camino, 2015). Se utilizó el atomizador de marca Klintek de 1 litro de capacidad para facilitar la aplicación entre plantas.

Las plantas se defoliaron tres días antes a la primera aplicación, esto provoca estrés en la planta y la induce a producir sus propias hormonas (Cruz & Camino, 2015). Se utilizó el atomizador de marca Klintek de 1 litro de capacidad para facilitar la aplicación entre plantas.

Figura 13

Aplicación de tratamientos en plantas de Rubus ellipticus Smith en el mes de junio



La dosis de boro fue calculada a partir del resultado del análisis foliar de las plantas, se usó la dosis recomendada para zarzamora $0,8 \text{ ml.l}^{-1}$ de ácido bórico con una concentración del 17 % de Boro (Gutiérrez & Pérez, 2011). El boro se aplicó de forma foliar después del despunte de ramas el 19 de mayo, con el propósito de que la planta almacene reservas para la etapa de floración, la segunda aplicación se realizó después de 15 días de la primera aplicación (2 de junio), la penúltima aplicación estaba programada para la etapa de floración y la última para el cuajado de frutos (Yamada, 2000).

Figura 14

Defoliación manual previa a la aplicación de los tratamientos



Análisis funcional

Los datos obtenidos fueron analizados por medio de la prueba de Shapiro Wilks y Levene para comprobar los supuestos de normalidad y homocedasticidad de la varianza. Posteriormente se realizó el análisis de varianza (p -valor 0,05) para datos paramétricos. Adicionalmente se realizó la comparación de medias de Tukey con una confiabilidad del 95% sin importar si la variable era significativa o no, para analizar los datos se empleó el software Infostat versión 2020.

Área foliar

Se utilizó el software con licencia libre Imagen J (Versión 1.45), se pueden tomar fotografías o escanear las hojas, una vez transferidas al programa esta herramienta transforma los pixeles de la imagen y los convierte a cm^2 . Previa a la aplicación de los tratamientos, las plantas fueron defoliadas dejando al descubierto los tallos, en algunos frutales la relación entre el área foliar y la producción está muy ligada (Disegna, Coniberti, & Dellacassa, 2005). Para las siguientes dos aplicaciones de citoquininas la defoliación no es necesaria. Al finalizar el estudio se tomaron 5 hojas trifoliadas del tercio medio de la planta por cada repetición ($n=75$).

Número de nudos por tallo

La variable se midió en el mes de abril debido a que en este periodo las plantas alcanzaron la altura promedio recomendada, los datos se obtuvieron con la ayuda de una cinta métrica, se contabilizaron la cantidad de nudos de tres tallos por repetición ($n=45$) a una altura de 1,50 metros aproximadamente.

Número de botones florales por racimo

La identificación de los botones florales fue por medio de la vista, se llevó el registro cada 7 días para verificar la aparición y desarrollo de los botones florales en las ramillas, de esta forma se contabilizó el periodo de tiempo en días desde la yema hinchada hasta la floración. El tamaño muestral de esta variable estaba estimada en 6 ramillas (cada ramilla tiene 5 yemas) dando un total de 30 datos por cada tratamiento ($n=150$).

Capítulo IV

Resultados y Discusión

La fase experimental tuvo una duración de cuatro meses, durante este periodo se realizaron tres aplicaciones de citoquininas: la primera aplicación tuvo lugar el 8 de abril, la segunda el 9 de mayo y la última aplicación se realizó el 9 de junio. La primera dosis de boro se suministró el 19 de mayo y la última el 2 de junio, las labores de campo se llevaron a cabo cada 7 días y las observaciones finalizaron el 21 de julio.

Área foliar

Esta variable no resultó ser estadísticamente significativa ($p=0,2758$) entre las plantas tratadas contra el testigo. La relación entre el índice de área foliar y la producción es muy estrecha, siendo los métodos destructivos los más confiables para su estimación (Casierra-Posada et al., 2017). En este estudio el promedio de área foliar fue de $49,9 \text{ cm}^2$ lo cual no se asemejó a lo reportado por Alvarado et al. (2016), cuyo estudio asevera que, entre más densidad de cañas, mayor es el área foliar ($74,21 \text{ cm}^2$) debido al auto-sombreamiento y que esta relación provoca mayores rendimientos por hectárea en frambuesa roja "Autumn Bliss". Los datos obtenidos en *Rubus ellipticus* se asemejan a los reportados por Gutiérrez & Pérez (2011), en mora (*Rubus glaucus*) cuyo promedio de área foliar fue de $45,25 \text{ cm}^2$.

Tabla 8

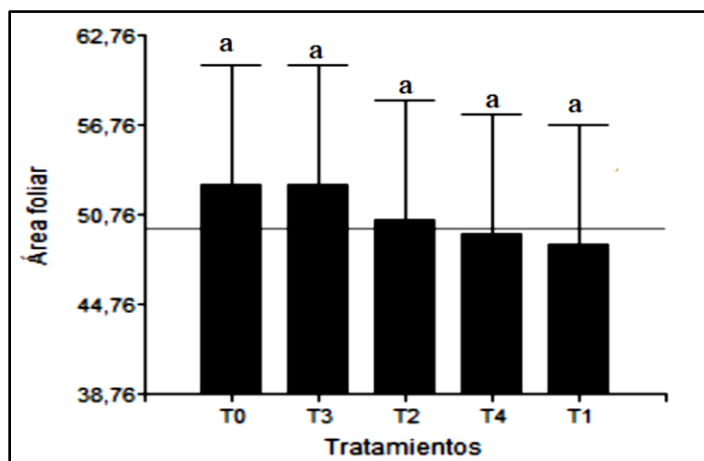
Resultados del Test de Tukey en el área foliar; Alfa=0,05; DMS= 8,98

Error: 77,18		gl: 70		
Tratamientos	Medias	n	E.E	Rango
T0	52,74	15	2,27	A
T3	52,71	15	2,27	A
T2	50,45	15	2,27	A
T4	49,51	15	2,27	A
T1	48,79	15	2,27	A

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Figura 15

Diagrama de barras del área foliar por tratamiento en el mes de julio



Nota: Las medias analizadas son estadísticamente similares con una confiabilidad de los datos del 95%, la media del área foliar en *R. ellipticus* es de (49,9 cm²).

Número de nudos por tallo

El número de nudos fue de 14 a 16 por tallo, sin embargo, la variable no fue estadísticamente significativa ($p = 0,257$). En la variedad remontante de frambuesa roja “Autumn Bliss” la relación entre el número de nudos totales y nudos que forman inflorescencias es muy importante, de las ramas generadas por el tallo, un 42,2% de yemas se convierten en primordios florales, el resto de yemas no logran diferenciarse y se convertirán en brotes ciegos o vegetativos (Parra-Quezada et al., 2008). Los reportes de Alvarado et al. (2016), no se asemejan a los obtenidos en este estudio, en su investigación, con densidades de tallos a razón de 10 por m² las plantas producen en promedio 8,6 nudos, mientras que a razón de 40 por m² el promedio fue de 9,8 nudos por tallo, la altura promedio fue de 106 cm y de 86 cm respectivamente (Alvarado-Raya et al., 2016). Según Gutiérrez & Pérez (2011), las plantas podadas a 1 hasta 1,20 m, poseen entre 12 a 14 nudos y obtienen buenos rendimientos y

calibre de frutos, la distancia internodal es de aproximadamente 8 a 9 cm y estos datos se asemejan a los obtenidos en este estudio.

Tabla 9

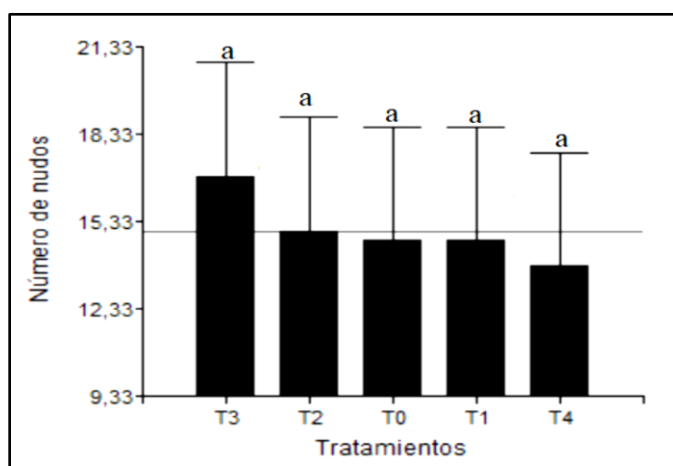
Resultados del Test: Tukey en el número de nudos por tallo; Alfa=0,05; DMS= 3,9.

Error: 8,61		gl: 40		
Tratamientos	Medias	N	E.E	Rango
T3	16,89	9	0,98	A
T2	15,00	9	0,98	A
T0	14,67	9	0,98	A
T1	14,67	9	0,98	A
T4	13,78	9	0,98	A

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0,05$).

Figura 16

Diagrama de barras del número de nudos por tallo a una altura de 1,50 metros



Nota: La línea horizontal representa la media de los nudos por tallo la cual fue de 15,29.

Número de botones florales por racimo

Durante los meses de observación, las ramas de las plantas tratadas y el testigo no presentaron yemas florales, por tal motivo los datos recopilados hasta el 21 de julio del 2022 para esta variable es 0.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de variables del efecto de dos dosis de citoquininas (1,25 ml. l⁻¹ y 2, 5 ml. l⁻¹) sobre la inducción a la producción forzada de frambuesa amarilla del Himalaya (*Rubus ellipticus* Smith) se puede concluir lo siguiente:

- Las dosis aplicadas (1,25 ml. l⁻¹ y 2, 5 ml. l⁻¹) de citoquininas (Citokyn) no fueron efectivas en *Rubus ellipticus* Smith para adelantar u homogenizar la floración, hasta la última observación de este estudio realizada el 21 de julio las plantas de frambuesa amarilla no presentaron yemas florales.
- La expresión génica de *Rubus ellipticus* Smith pudo ser un factor limitante en este estudio, se ha encontrado evidencias que las dosis aplicadas de citoquininas y las épocas de aplicación funcionan para otras *Rubus*, sin embargo, también existe la posibilidad que se logre adelantar la floración activando la vía dependiente de giberelinas como se ha descrito en *arabidopsis*, si este es el caso, se debe estudiar más a fondo la relación entre la aplicación exógena de giberelinas y la floración de esta especie.
- El área foliar no fue una característica relevante entre las plantas tratadas (T1, T2, T3 Y T4) y el testigo (T0) dando una media de 49,41 cm², lo cual indicaría que la aplicación de estas dosis no desencadena efectos indeseables en las características agronómicas de *Rubus ellipticus*.
- Las plantas tratadas con citoquininas (Citokyn) no presentaron diferencias significativas respecto al testigo en la variable número de nudos por tallo, dando como promedio un total de 15,29 nudos por tallo a una altura de 1,50 metros.

Recomendaciones

Con base a las observaciones y resultados obtenidos se sugiere las siguientes

recomendaciones:

- Probar productos con base a hormonas sintéticas como TDZ (Thiadiazuron) que poseen efectos similares a las de las citoquininas y ha demostrado ser efectivo en el adelantamiento de floración en *Prunus sp* y *Malus domestica*, también, inductores florales comerciales para *Rosa sp* y productos que contengan aminoácidos orgánicos.
- Probar sistemas bajo distintas intensidades de poda y distinta carga de tallos por metro cuadrado para mora.
- Para unificar el estado fisiológico de las plantas se recomienda realizar la poda de rejuvenecimiento una sola vez y no dejar ningún retoño en desarrollo, de esta forma se estimula la brotación de yemas adventicias en la raíz principal, mantener de 3 a 5 tallos por planta lo cual permite un adecuado manejo de podas y control de enfermedades.
- En épocas de altas precipitaciones es considerable realizar drenajes si es un terreno plano, esto permite la evacuación efectiva de agua de la parcela y evita encharcamientos, de esta forma se realiza un manejo preventivo de enfermedades que pueden afectar a la raíz debido a que las plantas de este género son susceptibles a encharcamientos.

Bibliografía

- Alvarado-Raya, H., Avitia-García, E., & María Castillo-González, A. (2016). Producción de frambuesa “Autumn Bliss” con diferentes densidades de caña en el Valle de México. En *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (Vol. 7). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000100017&lng=es&nrm=iso
- Arce-Carriel, M. R., & Pozo-Rivera, W. E. (2015). Variabilidad en la producción lechera del agrosistema IASA, según las categorías de intensidad de lluvias de Trojer. En *Boletín Técnico* (Vol. 12). <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1462/1047>
- Ascenzo, A. (2016). *Especies de Aphididae (Orden: Hemiptera) encontrados en cultivos en el distrito de Asia*. Universidad Ricardo Palma.
- Blázquez, M., Piñeiro, M., & Valverde, F. (2011). *Bases moleculares de la floración*.
- Brevadan, R. (1980). Influencia del nitrógeno en el aborto de flores y frutos de la Soja y en su rendimiento en distintos niveles del canopeo. *Revista Facultad de Agronomía*, 1(1), 117–128. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/29281>
- Cardona, W., & Benavides, M. (2019). *Manual de nutrición del cultivo de Mora*. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual-18>
- Casierra-Posada, F., Zapata-Casierra, V., & Cutler, J. (2017). Comparación de métodos directos e indirectos para la estimación del área foliar en duraznero (*Prunus persica*) y ciruelo (*Prunus salicina*). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(1), 30–38. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.6143>
- Castaño, O. (2000). *PLAGAS DEL CULTIVO DE LA MORA Y SU MANEJO INTEGRADO*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/21204>
- CIREN. (2017). *FRAMBUESA*. <https://www.ciren.cl/wp-content/uploads/2017/12/Frambuesa.pdf>

- Cruz, E., & Camino, M. (2015). *Evaluación de dos fitohormonas en el cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus Benth) para incrementar su producción*. Universidad Técnica de Ambato.
- Galindo, M., González, V., López, A., Sánchez, P., Soto, R., & Muratalla, A. (2006). Sistemas de manejo para producir dos a tres cosechas por año en frambuesa roja en clima templado. *Revista Fitotécnica*, 29(1), 69–77. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61029110>
- Galvis, J., & Herrera, A. (2008). *La mora, manejo postcosecha*. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6545/mora_manejo_postcosecha.pdf?sequence=1
- García, J., García, G., & Ciordia, M. (2014). *El cultivo del frambueso*. <http://www.serida.org/pdfs/6085.pdf>.
- George, B. P., Chandran, R., & Abrahamse, H. (2021). Role of phytochemicals in cancer chemoprevention: Insights. En *Antioxidants* (Vol. 10, Issue 9). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antiox10091455>
- Grijalba, M., & Trujillo, M. (2009). *RENDIMIENTO Y CALIDAD DE DOS MATERIALES DE MORA DE CASTILLA (Rubus glaucus BENTH.): CON ESPINAS Y SIN ESPINAS CULTIVADAS A CAMPO ABIERTO EN CAJICÁ (CUNDINAMARCA, COLOMBIA) Tesis de grado para optar por el título de Biólogo*.
- Gull, A., & Nayik, G. (Eds.). (2020). *Antioxidants in Fruits: Properties and Health Benefits*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-7285-2>
- Gupta, J. K., & Thakur, R. K. (1987). *NECTAR SUGAR PRODUCTION AND FLOWER VISITORS OF THE BRAMBLE, RUBUS ELLIPTICUS SMITH (ROSACEAE), AT SOLAN, INDIA*. <https://doi.org/10.1051/apido:19870302>
- Gutiérrez, A., & Pérez, V. (2011). *Plan de fertirrigación en el cultivo de mora de castilla con espinas (Rubus glaucus b), cantón Ambato, provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato.

- Hirzel, J. (2009). *FERTILIZACIÓN DE LA FRAMBUESA*.
<https://hdl.handle.net/20.500.14001/4330>
- Jordán, M., & Casaretto, J. (2006). *Capítulo XV Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas* (Vol. 15).
<https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocininas.pdf>
- Khaniya, L., Bhattarai, R., Jan, H. A., Hussain, W., Abbasi, A. M., Bussmann, R. W., & Paniagua-Zambrana, N. Y. (2021). *Rubus ellipticus Sm. Rubus foliolosus Weihe & Nees Rubus fruticosus L. Rubus irritans Focke Rosaceae* (pp. 1–17). https://doi.org/10.1007/978-3-030-45597-2_208-1
- Maikhuri, R. K., Semwal, R. L., Singh, A., & Nautiyal, M. C. (1994). Wild fruits as a contribution to sustainable rural development: A case study from the garhwal himalaya. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 1(1), 56–68.
<https://doi.org/10.1080/13504509409469861>
- Morales, G., Riquelmer, J., Hirzel, J., France, A., Pedreros, A., Uribe, H., & Abarca, P. (2017). *Manual de manejo agronómico del frambueso*. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6701>
- Morgado, A., Becerril, A., Calderón, G., García, E., Velasco, C., & Alberto, J. (2018). *Bioestimulantes y nutrimentos foliares en la producción de higo (Ficus carica L.) "Café de turquía"* (Vol. 11). <https://core.ac.uk/download/pdf/249321052.pdf>
- Muñoz, A., & Amarillo, Á. (2010). Variación altitudinal en diversidad de Arctiidae y Saturniidae (Lepidopteras) en un bosque de niebla Colombiano. *Revista Colombiana de Entomología*, 36(2), 292–299. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882010000200020&lng=en&nrm=iso
- Parra-Quezada, R., Ramírez-Legarreta, M., Jacobo-Cuellar, J., & Arreola-Avila, J. (2008). FENOLOGÍA DE LA FRAMBUESA ROJA 'AUTUMN BLISS' EN GUERRERO, CHIHUAHUA, MÉXICO. En *Revista Chapingo Serie Horticultura* (Vol. 14, Issue 1).

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-

[152X2008000100013&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000100013&lng=es&nrm=iso)

Pérez, V. (2011). *PLAN DE FERTIRRIGACIÓN EN EL CULTIVO DE MORA DE CASTILLA CON ESPINAS (Rubus glaucus B), CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA*. Universidad Técnica de Ambato.

Pp, C., Nigam, A., & Santvan, V. (2016). Ethnobotanical study of wild fruits in Pabbar Valley, District Shimla, Himachal Pradesh. *Journal of Medicinal Plants Studies* (Vol. 4, Issue 2). <https://www.researchgate.net/publication/326587556>

Quezada, V. (2022). *Efectos de la aplicación de diferentes nutrientes en el amarre de flores y frutos del cultivo de guanabana (Annona muricata) en Milagro, Guayas*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/QUEZADA%20HEREDIA%20VALERIA%20ESTHER.pdf>.

Quispe, F. (2019). *INTRODUCCIÓN DE LA FRAMBUESA NATURALIZADA HIMALAYA AMARILLA (Rubus ellipticus SMITH) PARA SU DOMESTICACIÓN*. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/21024>

Robles, A., Rodríguez, M., Lagunes, ángel, Gutiérrez, J., Días, O., & Martínez, L. (2012). Giberelinas, citocininas y protector floral en la calidad de la flor de rosal (Rosa x Hybrida). *Bioagro*, 24(1). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612012000100007&lng=es&nrm=iso

Romero, C. (2016). *Efectos de las hormonas vegetales sobre el rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. Universidad Técnica de Babahoyo.

Saini, R., Dangwal, K., Singh, H., & Garg, V. (2014). Antioxidant and antiproliferative activities of phenolics isolated from fruits of Himalayan yellow raspberry (Rubus ellipticus). *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 3369–3375. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0836-3>

- Santiago, T. (2021). *Calibre de fruta y aspectos de crecimiento vegetativo asociados a aplicaciones de Giberelinas y Citoquininas en Palto "Hass" en Lambayeque*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Sarmiento, D. (2021). *Evaluación del efecto de citoquininas y giberelinas en la producción y calidad de Uva (Vitis vinifera var. Marroo Seedless)*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/24123>
- Sharma, M., Kaur, J., Kumar, V., & Sharma, K. (2019a). *THINK INDIA JOURNAL Nutraceutical potential of Rubus ellipticus: a critical review on phytochemical potential, health benefits, and utilization Short title: Rubus ellipticus: a review THINK INDIA JOURNAL*. <https://thinkindiaquarterly.org/index.php/think-india/article/view/19026>
- Sharma, M., Kaur, J., Kumar, V., & Sharma, K. (2019b). *THINK INDIA JOURNAL Nutraceutical potential of Rubus ellipticus: a critical review on phytochemical potential, health benefits, and utilization Short title: Rubus ellipticus: a review THINK INDIA JOURNAL*.
- Sharma, S., Kaur, R., Kumar, K., Kumar, D., & Solanke, A. K. U. (2021). Genetic variability in Rubus ellipticus collections assessed by morphological traits and EST-SSR markers. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 30(1), 37–55. <https://doi.org/10.1007/s13562-020-00567-8>
- Sharma, S., Kaur, R., Solanke, A. K. U., Dubey, H., Tiwari, S., & Kumar, K. (2019). Transcriptome sequencing of Himalayan Raspberry (Rubus ellipticus) and development of simple sequence repeat markers. *3 Biotech*, 9(4), 161. <https://doi.org/10.1007/s13205-019-1685-9>
- Surya, M. I., & Rahman, W. (2012). Flowering and Fruiting Phenology of Rubus spp. in Cibodas Botanical Garden, Indonesia. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 34(2). <https://doi.org/10.17503/agrivita-2012-34-2-p193-197>
- Tinoco, C., Ramírez, A., Villareal, E., & Ruiz, A. (2008). ARREGLO ESPACIAL DE HÍBRIDOS DE MAÍZ, ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR Y RENDIMIENTO * STAND ARRANGEMENT OF MAIZE HYBRIDS, LEAF AREA INDEX AND SEED YIELD. En *Agricultura Técnica en México*

(Vol. 34). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172008000300001&lng=es&nrm=iso

Trivedi, A. K., Verma, S. K., Arya, R. R., Mehta, P. S., & Tyagi, R. K. (2014). Variability in Vegetative Characters and Yield Attributes of Raspberry (*Rubus* spp.) in Uttarakhand Himalayas. *International Journal of Fruit Science*, 14(1), 107–116. <https://doi.org/10.1080/15538362.2013.817774>

Yamada, T. (2000). BORO: Se están aplicando las dosis suficientes para el adecuado desarrollo de las plantas. *Informaciones Agronómicas*, 90(41), 1–5. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2FF1BD79ED23FCBF852579A300799E60/\\$FILE/Boro.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2FF1BD79ED23FCBF852579A300799E60/$FILE/Boro.pdf)

Yau, P. (1986). *Sexual And Asexual Propagation Of Rubus*. <http://hdl.handle.net/1957/25606>

Enlace

https://drive.google.com/drive/folders/1Qz4VbSwYcnQ6vq6_HM0LBxn2-EecWL1c?usp=sharing