



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESTUDIO DEL NIVEL DE PRODUCTIVIDAD EN LA FLORICULTORA “TEXAS
FLOWERS” APLICANDO ONDAS SONORAS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de
Ingeniero de Sonido y Acústica

Profesor Guía

Ing. Luis Bravo Moncayo

Autor

Diego Javier Mantilla Pazmiño

Año

2012

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del temas escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Luis Bravo Moncayo

Ingeniero Acústico

C.I. 171171060-6

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

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

Diego Javier Mantilla Pazmiño

C.I. 171344585-4

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, Pablo y Rocío, por su incondicional apoyo; tanto en esta faceta de mi vida como en todas las demás. Sus acciones, palabras y afectos me han dado guía y aliento siempre, y mucho de lo que soy y he logrado se debe al hogar cálido que con el que Dios me ha bendecido. Así también quiero agradecer a la señora Araceli de la finca Texas Flowers, sin su apoyo y entrega diaria no hubiese sido posible la realización de este proyecto.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi hijo Adriano José. Es maravilloso cómo alguien tan pequeño puede hacer a mi corazón desbordarse de tanto cariño y con su sonrisa darme las fuerzas y el incentivo para esforzarme y poder llegar a las metas que me he planteado.

RESUMEN

Como todo ser vivo, las plantas deben a su nutrición la calidad y cantidad de todos y cada uno sus atributos: volumen; color; resistencia a enfermedades y prevención de anomalías del desarrollo, por mencionar algunos. Durante el proceso de nutrición, las plantas absorben del suelo aminoácidos específicos y con ellos construyen, al interior de las células especializadas en esa tarea, las proteínas que necesitan para su desarrollo general; dicho proceso se denomina biosíntesis de proteínas, y es la base del desarrollo de una planta.

Mediante ondas sonoras emitidas en una frecuencia específica es posible afectar la biosíntesis de proteínas de la célula vegetal, ocasionando así un mayor y más acelerada absorción de aminoácidos para la consiguiente construcción de proteínas. La disertación presente da cuenta de la experimentación llevada a cabo por el autor para probar este fenómeno en flores rosas cultivadas con fines comerciales, y enuncia un método puntual y detallado de afectación del proceso de biosíntesis de proteínas mediante la emisión de ondas sonoras para que sea replicado.

Los resultados obtenidos durante esta experimentación son positivos y sumamente significativos. Los especímenes expuestos a las ondas sonoras en cuestión crecen más rápido y son más voluminosos que aquellos que crecen en circunstancias habituales, muestran más resistencia a plagas y enfermedades propias de su género y son menos susceptibles de ser afectados por las diferentes anomalías de crecimiento que suelen observarse en las rosas.

ABSTRACT

As any living being, plants owe to nutrition the quality of every and each one of their attributes: volume; color; resistance to diseases and prevention of development anomalies, just to mention a few. During the nutrition process, plants absorb from ground specific amino acids and use them to build, inside the cells dedicated to that particular task, the proteins required for their general development; such process is called protein biosynthesis, and it is the base of plant growing.

Trough sonic waves, emitted in a very specific frequency, it is possible to affect vegetal cell protein biosynthesis, prompting a higher and more accelerated absorption of amino acids for the consequent protein building. The present dissertation relates the experimentation made by the author in order to prove this phenomenon in roses cultivated for commercial uses, and formulates a method or affection to protein biosynthesis trough sonic waves, for its replication. The out comings obtained during this experimentation are positive and extremely significatives.

The specimens exposed to the mentioned sonic waves grown faster and have more volume than those growed up in regular conditions, show more resistance to plagues and diseases typical of their genus and are less prone to be affected by the different growing anomalies that can be observed in roses

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO I: APROXIMACION AL TEMA	3
1.1 Motivación de la investigación	3
1.2 Descripción del problema	3
1.3 Hipótesis de partida	4
1.4 Antecedentes científicos a nivel internacional	4
1.5 Antecedentes científicos a nivel local	8
1.6 Objetivos	8
1.6.1 Objetivo General	8
1.6.2 Objetivos Específicos	8
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1 El hombre y sus iniciativas históricas de mejoramiento de los procesos agrícolas	9
2.2 La relación entre las ondas sonoras y la materia orgánica en la historia científico-social de la humanidad	11
2.3. Fundamentación teórica de la aplicación de ondas sonoras a vegetales y plantas en crecimiento	16
2.3.1 La célula vegetal: generalidades	16
2.3.2 La síntesis de proteínas en la célula vegetal	17
2.3.3 Regulación epigenética de la biosíntesis de proteínas mediante la resonancia escalar - Afectación al proceso de síntesis de proteínas mediante ondas sonoras	19

2.4 Propiedades del sonido directamente relacionadas con la aplicación de ondas sonoras a plantas en crecimiento	21
2.4.1 La onda	21
2.4.2 Longitud de onda	24
2.4.3 Frecuencia de la onda	24
2.4.4 Serie Armónica	25
2.5 Elementos a utilizarse en el proceso de experimentación	26
2.5.1 Descripción de los elementos logísticos vinculados a la experimentación	27
2.5.2 Características geo-climáticas del área de experimentación	27
2.5.3 Descripción de la plantación florícola donde se lleva a cabo la experimentación	28
2.5.4 Características botánicas de la variedad de rosa escogida para la experimentación	29
3. CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN	30
3.1 Montaje del equipo emisor de ondas sonoras	30
3.2 Descripción del método de irradiación a utilizarse	34
3.3 Descripción del método de registro y comparación a utilizarse	34
3.4 Tabulación de datos de crecimiento de tallos de muestras y testigos durante los primeros 90 días	36
3.5 Tabulación de datos de crecimiento de sépalo (botón de flor) de muestras y testigos durante los días 60 a 105	41

4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS COMPARATIVO DE NIVELES DE PRODUCCIÓN PREVIOS AL PROCESO DE EXPERIMENTACIÓN Y NIVELES DE PRODUCCIÓN CON MUESTRAS AFECTADAS	45
4.1 Descripción de los parámetros cuantitativos y cualitativos utilizados para el análisis comparativo	45
4.2 Criterios para análisis de datos	46
4.3 Etapas para análisis de datos	46
4.4 Criterios para valoración de resultados	47
4.5 Descripción del proceso de registro de información	49
4.6 Proceso comparativo de la primera etapa (tallos)	50
4.7 Proceso comparativo de la segunda etapa (botones)	54
5. CAPÍTULO V: REDACCIÓN DE UN MÉTODO EXPERIMENTAL PARA LA APLICACIÓN DE ONDAS SONORAS A ROSAS EN CRECIMIENTO	58
5.1 Descripción de un método de aplicación de ondas sonoras de alta frecuencia a flores rosas en crecimiento cultivadas con fines comerciales	58
5.2 Consideraciones adicionales	59
6. CAPÍTULO VI: ESTUDIO ECONÓMICO	61
6.1 Análisis costo-beneficio de la aplicación de ondas sonoras a rosas en crecimiento	61
6.2 Costos de producción y precios de venta para los botones de rosa destinados a exportación	61

6.3 Niveles de producción de botones de rosa destinados a exportación en la florícola Texas Flower.	63
7. CAPÍTULO VII: PROCESO COMPARATIVO DE INDICADORES DE RITMOS Y TIEMPOS DE CRECIMIENTO, CONDICIONES DE CALIDAD Y ANOMALIAS DE CRECIMIENTO	65
8. CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES	67
8.1 Conclusiones generales	67
8.2 Conclusiones específicas:	68
8.2.1 Relativas al proceso	68
8.2.2 Relativas a la producción:	68
REFERENCIAS	70
GLOSARIO DE TÉRMINOS	71
ANEXOS	73

INTRODUCCIÓN

El sonido es una realidad física, y por tanto comparte relaciones de causalidad con otros elementos de su entorno, tanto orgánicos como inorgánicos. El sonido afecta su entorno y es afectado por él de distintas maneras y en distintos grados. En consecuencia, el ser humano, siempre en búsqueda de conocimiento y también de utilidad respecto de aquello que es objeto de su conocimiento, ha acometido en no pocas ocasiones investigaciones científicas destinadas a determinar los potenciales usos del sonido para efectos distintos de la creación musical, la comunicación y otros usos tradicionales. Así, se ha llegado a desarrollar tecnología médica y hasta bélica aprovechando las propiedades físicas del sonido, se han desarrollado a partir de él terapias psicológicas o se ha estudiado, y aquí es donde nos enfocaremos, los efectos sónicos sobre los organismos vivos, puntualmente las plantas en crecimiento.

En efecto, existe una relación, científicamente documentada, entre las ondas sonoras y el proceso de crecimiento de las plantas. Estudios que abordaremos minuciosamente más adelante demuestran de manera concluyente que *exponer las plantas a sonidos en frecuencias específicas, o incluso melodías formales en ciertos casos, tiene un considerable efecto positivo en el crecimiento y fortalecimiento de las plantas*. Es esta premisa la que permite la investigación presente, pues se trata de un estudio acerca de las variaciones en los niveles de productividad de una floricultora al aplicarse ondas sonoras a las flores en distintas etapas de crecimiento.

Si se considera, por ejemplo, la mundialmente conocida calidad de las flores ecuatorianas, especialmente las rosas, salta a la vista que aumentar aún más la calidad de las mismas y la rapidez con la que éstas crecen significaría un enorme beneficio para ese sector de la industria. Desde allí, no hay que mirar muy lejos para percatarse de los posibles similares efectos en otras categorías agrícolas, lo que eventualmente originará investigaciones propias en cada campo.

Como vemos, las aplicaciones y beneficios potenciales en la actividad son amplios, lo cual ya sería justificación suficiente para emprender un proceso investigativo del tema, pero la perspectiva puramente científica también justifica la investigación presente, en la medida en que ésta será un aporte a la investigación general acerca de las implicaciones físicas del sonido en la vida orgánica, lo que nos lleva a una variedad enorme de campos de aplicación para el futuro inmediato.

El autor espera que este trabajo sea útil como marco teórico para investigaciones futuras y que los resultados de la experimentación que se va llevar a cabo arrojen datos y conclusiones que soporten la idea de factibilidad y ventaja de aplicar ondas sonoras a la producción florícola.

Juzguen ustedes...

CAPÍTULO I

APROXIMACION AL TEMA

1.1 Motivación de la investigación

El encontrar nuevas y útiles aplicaciones tecnológicas, que redunden en mejor calidad de vida para la humanidad, se puede enunciar como elemento general de motivación para la disertación presente, sin embargo, en la indagación previa al emprendimiento de esta investigación se observó la poca incursión que se ha hecho respecto de este tema en particular a nivel nacional, por lo que su pertinencia pasó de ser un asunto de interés general o un tema de importancia científica, lo que tácitamente lo convierte en una prioridad para propósitos de experimentación si se toma en cuenta los potenciales beneficios de la aplicación de ondas sonoras al cultivo de rosas.

1.2 Descripción del problema

“Ventaja comparativa” es el término con que la ciencia económica define una condición particular que permite a un país, industria o cualquier otra institución, ofertar un producto o servicio de calidad superior en relación a sus competidores, y en consecuencia, gozar de mayor aceptación en el mercado. En Ecuador, las particularidades climáticas y geográficas son tales que se producen, con la adecuada atención, flores de una calidad superior, muy apreciadas en los mercados internacionales, especialmente en lo concerniente al caso de las rosas. Estas ventajas comparativas pueden, y tácitamente deben, ser incrementadas de manera intencionada para ahondar la ventaja, y de hecho así se procede desde los inicios de la historia económica de la humanidad. Por tal motivo, salta a la vista que aumentar el ritmo de crecimiento de las mentadas flores y fortalecer sus estructuras orgánicas, permitiendo así que su duración sea más extensa, aumentaría su valor en el mercado y permitiría exportaciones de mayor volumen a las florícolas nacionales, aparte

de darles a tales productos un valor agregado a nivel comercial, en función del uso de tecnología innovadora. Teniendo eso en consideración, no dedicar recursos y tiempo suficientes a la investigación de un método que hipotéticamente redunde en una mejora del producto constituye una potencialidad no aprovechada, un problema que con el acometimiento de esta investigación se pretende abordar y solucionar. Y no hace falta mirar mucho más lejos para percatarse de la posibilidad de extender estos métodos a otras áreas de la producción agrícola, con las consabidas adaptaciones y variaciones, por supuesto. En conclusión, la solución problemática se define aquí en función de los posibles niveles superiores de producción a lo que se podría llegar y de los que actualmente no se goza, pues existe, objetivamente, la posibilidad de utilizar un recurso no aprovechado por la industria florícola y agrícola en general, justamente por la falta de investigación acerca del tema de la aplicación de ondas sonoras en el proceso de crecimiento de las plantas.

1.3 Hipótesis de partida

Basándonos en investigaciones llevadas a cabo en diferentes tiempos y lugares, nos permitimos afirmar que *“exponer las plantas a sonidos en frecuencias que se ubiquen entre los 3000 y 8000 Hertzios, durante el tiempo y en el horario en que se produce la biosíntesis de proteínas, tiene un efecto positivo en el crecimiento y fortalecimiento de las mismas, es decir, un incremento en el largo y ancho del tallo, el diámetro del botón; así como una aceleración en el ritmo de desarrollo y prevención de anomalías de crecimiento”*. Tal es la hipótesis que pretendemos comprobar. Para ello, acometeremos una investigación bibliográfica y otra experimental.

1.4 Antecedentes científicos a nivel internacional

El primer antecedente válido a considerar en el marco de una investigación científica son los experimentos conducidos por Dorothy Retallack en el Woman's College de Denver (Colorado, EEUU), usando los gabinetes de

control biotécnico de esa institución. Como producto de estos experimentos, en 1973 Retallack publicaría el libro *The Sound of Music and Plants*, donde describe los resultados de exponer plantas ornamentales a distintos tipos de música y también a frecuencias y tonos aislados. Las conclusiones del experimento que Retallack llevó a cabo fueron bastante claras. *Primero*: la exposición de las plantas a ondas sonoras o música melódica no debe exceder un tiempo de tres horas al día o las plantas se verán perjudicadas por una sobrexposición. *Segundo*: las plantas “prefieren” música tranquila y armónica (la música rock y heavy metal las daña). *Tercero*: el efecto de exponer plantas a música armoniosa es mucho mayor que el de la exposición a un tono constante (Retallack, 1973, Resumen de conclusiones). Los experimentos de Retallack motivaron muchas iniciativas similares alrededor del mundo, algunos de ellos con una estructura investigativa científica mucho más sólida, como es el caso de la tesis *“La influencia de las frecuencias variables de sonido en el desarrollo y crecimiento de las plantas”*, de Yannick Van Doorne, trabajo de investigación previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo en la Universidad Técnica de Gent, Bélgica, en junio del año 2000. A su vez, esta investigación remite, para la explicación del mecanismo por el cual las plantas se ven afectadas en su desarrollo por las ondas sonoras, a un estudio realizado en la Kanagawa Science Academy and Teikyo Hospital (Tokyo), por Joel Sternheimer en 1993 titulado *“Regulación epigenética de la síntesis de proteínas por resonancia escalar”*, fruto del cual habría de construirse un método patentado como *“Método para la regulación epigenética de la síntesis de proteínas por resonancia escalar”*. Los descubrimientos de Sternheimer que interesaron a Van Doorne tienen que ver, como lo dice el título, con la afectación en los procesos de biosíntesis de proteínas de la resonancia escalar. Es decir, sugieren que la manera específica en que las ondas sonoras afectan el crecimiento de las plantas es por medio de su influencia en el proceso de sintetización proteica que todos los seres vivos llevamos a cabo de diferentes maneras. En la tesis de Van Doorne se pueden encontrar observaciones con un gran nivel de especificidad, tales como efectos puntuales

en las diferentes estructuras de las plantas (tallos, flores, etc.), frecuencias específicas de acuerdo al tipo de proteína a ser sintetizada, etc.

Igualmente patentado, tenemos el *“Procedimiento para tratar plantas”* de *Danis R. Carlson*, domiciliado en Blaine, Minnesota (EEUU). En él se detalla de manera explícita un método para tratar plantas en el cual las ondas sonoras afectan el crecimiento de las mismas. De acuerdo a Carlson, se requiere aplicar a las mismas una de las numerosas y conocidas soluciones estimulantes del crecimiento y luego exponerlas a ondas sonoras de alta frecuencia, con el objeto de que el sonido facilite y acelere la asimilación de la solución estimulante del crecimiento. Esto significa que el sonido en sí no provoca mejora en el proceso de desarrollo, sino que facilita un primer proceso biológico, lo cual concuerda con la teoría de Sternheimer. Un fragmento de la patente de Carlson dice:

“Mientras que el material activador del crecimiento está presente en la planta, se somete a la planta a ondas sonoras de alta frecuencia. Las ondas sonoras pueden producirse de cualquier modo, por ejemplo, mediante grabaciones sonoras o dispositivos generadores de sonido. El sonido puede ser de una frecuencia de 4 a kilohertzios, preferiblemente de 4.7 a 5 kilohertzios. Las ondas sonoras pueden ser de una frecuencia constante; sin embargo, se prefiere el uso de una frecuencia variable. Por ejemplo, se pueden someter las plantas a ondas sonoras que varíen en frecuencia desde 4.7 a 5 kilohertzios.

El periodo de una subida y bajada de frecuencia puede ser de 0.1 a 0.5 segundos. Es esencial que las plantas se sometan a las ondas de sonido mientras que el producto o productos químicos activadores del crecimiento están presentes sobre la planta. Se ha encontrado que si las plantas se someten primero a las ondas sonoras y se aplican después los productos químicos, no se obtiene los resultados presentes. (Carlson, 1982, p. 5)

Como vemos, la especificidad aumenta a nivel de descripción del método y establecimiento de procedimientos conforme las investigaciones relativas al tema investigado avanzaban en el tiempo. Más adelante, en la ciudad de Santiago de Chile, la Licenciada en Ciencias Ambientales Marcela Marchat y el profesor especializado en musicoterapia Ramón Robles llevaron a cabo experimentaciones del mismo tipo. Ellos sometieron a un grupo de plantas, y caracoles también, (que aunque no sea de nuestra incumbencia es interesante notar), a música compuesta por los compositores chilenos José Castro y José Valdez. La música compuesta para el efecto era suave y armónica en el sentido clásico del término, y fue reproducida en el ambiente en que crecían las plantas durante 56 meses. Los resultados fueron de un aumento de hasta el 25 por ciento en su volumen y una mayor cantidad de yemas foliares y florales, en comparación con aquellas no expuestas a la música. Por otro lado, en 2007 en Korea del Sur, en el Instituto Nacional de Biotecnología Agrícola en Suwon, el Dr. Mi Jeong lideró un estudio similar usando para el efecto plantas de arroz, exponiéndolas a distintas piezas de música clásica y también a frecuencias específicas, no melódicas. En los estudios de Korea se obtuvieron resultados que, con ciertas varianzas, confirman los cosechados por Retalack y van en la misma dirección que los de Van Doorne y Carlson.

En los estudios mencionados existen conclusiones muy claras, que serán abordadas con amplitud y detalle en el apartado de Marco Teórico que contiene esta investigación, pero adelantamos que a partir de los antecedentes mencionados, se puede afirmar que existe objetivamente la base científica y los registros suficientes como para justificar una nueva investigación de campo al respecto que aporte más luz, porque de acuerdo a los estudios mencionados es posible afectar positivamente las plantas ornamentales e incluso otras especies de la flora cultivable, como cereales por ejemplo, al aplicárseles sonido en ciertas condiciones muy específicas, que como se dijo, serán estudiadas y explicitadas en el capítulo correspondiente.

1.5 Antecedentes científicos a nivel local

Se realizó una investigación bibliográfica y de campo que arrojó como resultado que no existen registros de iniciativas con características científicas suficientes respecto de este tema a nivel nacional en universidades, institutos tecnológicos superiores, plantaciones florícolas o agrícolas a nivel nacional.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Demostrar que existe un efecto positivo y medible en el desarrollo de las flores rosas de variedad "Mohana", en cuanto a ritmo y magnitud en el crecimiento y calidad de atributos en su desarrollo al aplicárseles ondas sonoras de manera metódica y sistemática en una frecuencia específica.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Elaborar una recopilación y sistematización de la información recopilada a nivel bibliográfico respecto de las relaciones causa - efecto entre la emisión de ondas sonoras y el crecimiento de las plantas en general tal que nos permita fundamentar teóricamente la hipótesis de partida de la disertación presente.
- Esquematizar y redactar un método experimental de aplicación de ondas sonoras a las plantas en crecimiento, tomando en cuenta las especificidades de especie rosa Mohana y las condiciones de cultivo en las circunstancias que atañen a la experimentación llevada a cabo por el autor de la presente disertación.
- Realizar una estimación de las variables financieras y logísticas del proceso producto a efectos de determinar niveles de factibilidad de la hipotética implementación de un sistema permanente de propagación de ondas sonoras a una plantación florícola.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 El hombre y sus iniciativas históricas de mejoramiento de los procesos agrícolas

Junto a la domesticación de animales, la agricultura fue el pilar que permitió la sedentarización definitiva de la especie humana. A su vez, esta sedentarización fue la base material para la construcción de la sociedad que alzaría al humano hasta su hegemónico lugar en la escalera evolutiva terrestre. Así, en torno a la actividad agrícola se suscitaron diversidad de fenómenos culturales y religiosos que tenían como objetivo común mantener esta relación de provisión de alimentos entre la naturaleza y los humanos. Basta considerar lo ilustrativo y gráfico de la mitología de las religiones primitivas de todo el mundo cuando se trata de describir los, en ese entonces, misterios del acto de sembrar y cosechar. Cronológicamente, la actividad agrícola se aprecia formalmente establecida en el período conocido como Mesolítico (ver glosario), el cual fue una transición entre el Paleolítico y el Neolítico (ver glosario). Aunque hay entre los antropólogos ciertas diferencias de opinión respecto de la fecha en que este período comenzó, se concuerda que fue alrededor del año 10.0000 A.C. Como hemos mencionado en las primeras líneas de este texto, durante el mencionado período el hombre pasó a complementar la caza de presas y recolección de frutos empezando masivamente a ser alternada con la siembra y la domesticación, hasta que este segundo modo de subsistencia pasó a ser enorme en su proporción con el primero. Ya limitándonos a la siembra, las presunciones que oficialmente se consideran válidas hasta hoy, hablan de que fueron los cereales, en los asentamientos humanos de Cercano Oriente, los primeros productos cultivados. Así, toda vez que el hombre se percató del proceso de inserción de una semilla en la tierra, su posterior brote y floración y la incidencia del agua y sol en el mencionado proceso, dispuso sus esfuerzos y razonamientos para la tarea de aprovechar al máximo las posibilidades de esta fructífera actividad. Por eso, paralelamente a interpretaciones dogmáticas del

proceso productivo agrícola, que devenían siempre en rituales, sacrificios y demás maneras de ganar el “favor de la deidad” respecto de la fertilidad del suelo, el ser humano observaba y aprendía empíricamente formas de mejorar su actividad. Experimentaba variaciones y evaluaba los resultados en la medida que podía hacerlo. En consecuencia, tempranamente mejoró los resultados de su labor mediante la invención del arado, el uso de abonos orgánicos, la selección y combinación intencionada y metódica de las mejores especies de plantas, los sistemas de riego, el ajuste de ritmos de crecimiento a las estaciones del año y fases lunares, etc. Es decir, el hombre siempre intentó, de diferentes maneras, racionales o no, mejorar el proceso productivo agrícola desde una perspectiva técnica.

Dentro de este marco histórico, en el que los asentamientos humanos crecieron y empezaron a articularse, construyendo formas de sociedad, devienen dos sucesos trascendentales para la práctica agrícola: la especialización y división del trabajo y el apareamiento de excedentes en la producción. El segundo suceso significa la posibilidad de la actividad comercial y con ella se han ligado los orígenes del sistema capitalista de producción, con los consiguientes conceptos de competencia, utilidad, relaciones costo/beneficio y demás. Con la especialización del trabajo, por otro lado, el hombre acomete a una investigación de cada área que ya responde a criterios con pretensión de científicidad, pues cada quien busca hacer mejor aquello que le ha sido asignado como función en el esquema social y se disponen desde el aparato estatal los mecanismos y recursos para estas investigaciones y las consiguientes implementaciones de tipo técnico. Cómo ambos sucesos (la especialización del trabajo y el apareamiento de excedentes) se relacionan entre sí desde la perspectiva de mejoramiento técnico de los procedimientos productivos agrícolas es bastante evidente y aunque hay variaciones formales de tipo étnico cultural en esas relaciones, lo constante es que un suceso motiva y moviliza el otro, fundamentándose así los principios del funcionamiento del mercado tal cual lo conocemos hoy, donde quien ofrece el mejor servicio o producto, lo cual significa invertir en él en materia de investigación y tecnificación, es quien obtiene las mayores ganancias.

Por lo expuesto, y desde el punto histórico mencionado, el ser humano ha procurado, al igual que en otras áreas, mejorar el proceso productivo agrícola. Paralelamente a cómo fue avanzando la ciencia se fueron intentando diferentes técnicas, procedimientos y elementos, y de hecho mucha investigación científica, por no decir la inmensa mayoría, ha sido motivada por objetivos monetarios, tal es la razón de los grandes avances en materia de tecnología hoy por hoy. Aterrizando de nuevo en las particularidades del proceso productivo, la tecnología aplicada a este terreno abarca una serie de recursos de diferente naturaleza, especialmente de tipo químico y biológico, entre los que se cuenta, incipientemente, el uso de sonido, ya sea como música formal o como ondas sonoras con una frecuencia específica.

2.2 La relación entre las ondas sonoras y la materia orgánica en la historia científico-social de la humanidad

Las afecciones del sonido sobre la materia fueron abordadas, en los primeros días de la sociedad, desde los fenómenos religiosos ancestrales, donde se cuentan los cantos shamánicos, los cánticos colectivos de adoración y demás expresiones de tipo ritual. Saltándonos el elemento de estricta y formal adoración, lo que vendría a ser en esencia un acto de comunicación entre el humano y su deidad, existe ciertamente la variable física biológica del proceso, y ésta se explica, desde las ciencias ancestrales, por intervención del fenómeno de resonancia. La resonancia se define como la frecuencia con la cual los objetos vibran por naturaleza, siendo algunas frecuencias audibles para el ser humano. Del principio de vibración se derivan tres conceptos ancestrales que tiene que ver con el sonido y que constituyen la base sobre la cual se apoyan sus procedimientos para afectar positiva o negativamente la materia a través el mismo: **resonancia**, **entrainment** (ver glosario de términos) y **correspondencia**.

Jonhatan Goldman, Director de la Asociación de Sanadores por Sonido y reconocida autoridad mundial en el tema de terapia por sonido, escribe en su

libro “Sonidos que sanan” (en inglés *“Healing Sounds”*), refiriéndose a la resonancia:

“Es importante además comprender que, en concordancia con este concepto de sonido, cada órgano, hueso y tejido en su cuerpo tiene su propia y particular frecuencia de resonancia. Juntos hacen una frecuencia compuesta, un armónico que es su categoría vibratoria personal. Por medio de la resonancia, es posible llegar al contacto con otro cuerpo y provocar su movimiento. Esto puede ser fácilmente observado, por ejemplo, cuando un cantante quiebra un vidrio con su voz. Lo que ocurre es que la voz del cantante es capaz de empatar la frecuencia de resonancia del vaso y, utilizando un exceso de energía sónica, la aumenta hasta romper el vaso” (Goldman, 2002, p. 12) *(traducción del inglés del autor)*

Goldman refiere en su libro que este principio fue inferido, a su vez, del “Principio de Vibración”, el tercero de los siete principios de la Filosofía Hermética (ver glosario), de acuerdo con el Kybalión (ver glosario). La resonancia es, la frecuencia con la cual un objeto vibra por naturaleza. En el mismo libro, Goldman refiere: *“Por medio de la resonancia, es posible llegar al contacto con otro cuerpo y provocar su movimiento”* (Goldman, 2002, p. 13) *(Traducción del autor)*. Esta posibilidad, cuando es provocada e intencionalmente dirigida, es descrita por las ciencias ancestrales como la habilidad de las vibraciones rítmicas más poderosas de un objeto cambiar las vibraciones menos poderosas de otro, con la finalidad de sincronizarlas a las suyas. Esta posibilidad de cambiar los ritmos vibratorios, y el fenómeno que la permite, es el principio por medio del cual se provocan, por ejemplo, los estados alterados de consciencia que las ciencias ancestrales llaman trance (de ahí los cantos shamánicos y otros sonidos que ancestralmente acompañan los procesos de meditación en sus primeras fases). Sucede que las frecuencias de las ondas cerebrales están asociadas a estados puntuales de consciencia,

es decir, en distintos estados de consciencia se aprecian distintas frecuencias de onda en el flujo eléctrico que permite la actividad cerebral. Considérese la clasificación siguiente, aceptada por las principales corrientes de la ciencia neurológica mundial como válida, hasta el momento

- 1) Ondas beta: de 14 a 20 Hz, corresponden al estado de vigilia consciente normal.
- 2) Ondas alpha: de 8 a 13 Hz, ocurren durante la meditación y primeras etapas del sueño.
- 3) Ondas theta: de 4 a 7 Hz, propias de estados profundos de meditación y etapas más profundas de sueño.
- 4) Ondas delta: de 0.5 a 3 Hz, características de los niveles de mayor profundidad de sueño y también profundos niveles de meditación.

Se podría afirmar entonces que las ondas beta son aquellas en las que funcionamos normal y usualmente en estado de vigilia mientras que todas las demás son o se puede ver, a diferentes niveles, propias de profundos estados de meditación y sueño. En circunstancias normales, una persona no es capaz de cambiar de una frecuencia a otra de manera intencional, este cambio requiere entrenamiento, dedicación y tiempo, pero en numerosas ocasiones ha sido registrada de manera científica la capacidad de ciertos individuos de entrar en trance a través de actividades de meditación, lo que fisiológicamente se aprecia a través del cambio de frecuencia en sus ritmos cerebrales, de beta a alpha, theta o delta.

Respecto del principio de correspondencia, éste es un principio hermético que tiene particular relación con el sonido, específicamente con el concepto de serie armónica. Goldman lo caracteriza de la siguiente manera en su texto: *“Cuando, por ejemplo, un cuerda es rasgada, hay una primera nota que suena, llamada fundamental. Hay, sin embargo, otras notas que también suenan, llamadas armónicos. Estos armónicos son proporciones matemáticas del primer sonido”*. (Goldman, 2002, p.15) *(Traducción del autor)*. En efecto, la teoría física del sonido ha postulado el concepto de “Serie Armónica”, definida como la sucesión de sonidos cuyas frecuencias son “múltiplos enteros positivos

de la de una nota base, llamada fundamental". En la serie armónica se numera cada sonido con un número índice, asignando el 1 al sonido fundamental. La propiedad notable de esta serie es que las proporciones entre los número índice correspondientes de dos sonidos, cualesquiera que sean éstos, es también la proporción entre las frecuencias vibratorias de los sonidos en cuestión. El primer armónico que se produce vibra (es decir tiene una frecuencia) el doble de rápido que la primera, el segundo tres veces más rápido, el tercero cuatro veces y así sucesivamente. A efectos de facilitar al lector la construcción de una imagen mental que ilustre la aplicación en el sonido del Principio de Correspondencia, se transcribirá a continuación un ejemplo citado por Goldman:

“Si examinamos un piano encontramos que hay 8 octavas. La nota C, por ejemplo, consta 8 veces. La nota C más baja en el piano es grave, mientras que la más alta es aguda. Estas notas no son las mismas, pero están interrelacionadas. Si se pulsa la nota C más baja en el piano, se ocasionará también la resonancia de las más alta y todas las intermedias. Ellas son armónicas entre sí”. Debido a estos principios (de vibración y correspondencia), es posible, con el sonido, ocasionar resonancia en frecuencias que pueden ser mucho más altas o bajas que la original” (Goldman, 2002, p.17) (Traducción del autor).

Los principios herméticos mencionados no contradicen las propiedades que la ciencia física contemporánea ha identificado en el fenómeno del sonido, y si bien lo redactado en las líneas precedentes se ha caracterizado como elemento histórico en el marco teórico, es pertinente acotar que las aproximaciones científicas al sonido y su influencia sobre ciertos procesos bioquímicos parten de propiedades bien establecidas del sonido que, como se verá más adelante, guardan coherencia con los principios herméticos abordados. Desde el conocimiento ancestral, son estos los mecanismos esenciales para, por así decirlo, la manipulación del sonido con fines propios

de los objetivos para la vida. Es justo mencionar este antecedente por su cronología y desde una perspectiva investigativa histórica, más que por su nivel de cientificidad. Ahora, la aproximación científica al sonido con fines relativos al que nos atañe nos dirige hacia la historia de sus aplicaciones en los campos bélicos, médicos y de industria, donde el fenómeno de la resonancia cumple en efecto un muy clave papel. Por supuesto, toda vez que el conocimiento científico avanza continuamente el hombre descubre, además del fenómeno de resonancia, nuevos principios y relaciones en lo que a física del sonido se refiere, y el siglo XX es en este punto especialmente significativo. Al momento de realizarse esta investigación, el marco teórico científico que nos dará luz sobre el objeto de este trabajo está definido y estructurado con mucha certeza, lo que nos permite tratar el tema en términos puntuales y explícitos.

Las primeras aplicaciones del sonido nos llevan, como es sabido, a los campos de la medicina, la guerra y la industria. Radares, ultrasonidos, artefactos estereofónicos y demás son artefactos sonoros hartos conocidos debido a su extenso uso tecnológico en las áreas mencionadas. Sin embargo, cabe notar que hasta ahora las propiedades del sonido han sido mayoritariamente utilizadas por su utilidad diagnóstica o identificativa, como es el caso de los ultrasonidos médicos o radares militares y de ingeniería (sin mencionar los obvios usos recreativos del sonido, la música). Hasta hace un par de décadas, las posibilidades de las ondas sonoras de afectar la materia no habían sido abordadas más allá de la fisioterapia en sus distintas versiones, pero actualmente se dispone, aunque incipientemente, de un cierto número de investigaciones científicas serias que han abordado la relación entre sonido y materia orgánica desde una perspectiva de influencia directa del último sobre los procesos de la primera. Esto nos lleva a mencionar un descubrimiento puntual, el hecho por el físico francés Joel Sternheimer en 1978 acerca del proceso de biosíntesis animal y vegetal y su afectación por parte de sonido, específicamente las transposiciones sonoras de las secuencias temporales de vibraciones cuánticas asociadas a su alargamiento. Lo descubierto por Sternheimer es matriz de los principios científico-tecnológicos fundamentales para la investigación presente, por lo nos detendremos en tal punto. Sin

embargo, antes de acometer a la descripción los resultados de la investigación de Sternheimer, es indispensable abordar el proceso de biosíntesis de proteínas sobre el cual ella se aplica, proceso ya conocido por la comunidad científica en muy considerable profundidad y extensión.

2.3. Fundamentación teórica de la aplicación de ondas sonoras a vegetales y plantas en crecimiento

2.3.1 La célula vegetal: generalidades

La célula vegetal es el segundo de los dos tipos esenciales de células: las procarióticas y las eucarióticas. Siendo el conocimiento científico acerca de este tema unificado y estándar en todo el mundo, es posible tomar como referencia cualquier texto de citología o biología celular universalmente aceptado sin correr el riesgo de caer en subjetividades, errores o falacias. Por ello, para efectos del capítulo presente de la investigación utilizaremos el texto de “Biología celular y molecular” de Gerald Karp, donde se afirma que la diferencia esencial entre estos dos tipos de células radica en la complejidad estructural: *“Las células procariotas, estructuralmente más simples, sólo se encuentran entre las bacterias y recíprocamente todas las bacterias constan de células procariotas. Todos los otros tipos de organismos: protistas, hongos, plantas y animales, constan estructuralmente de células eucariotas más complejas”* (Karp, 1998, p. 7). El grupo al que pertenece la célula vegetal es el de las eucariotas. Una descripción técnica de la célula vegetal se facilitará pedagógicamente al realizar una primera subdivisión de su morfología que la divide en cubierta exterior, cuerpo celular y los orgánulos. La pared celular está constituida químicamente por moléculas de celulosa, otras sustancias (glúcidos) y agua, cuya presencia puede oscilar entre el 10% y el 95% de la masa total de la célula. Ella origina una fuerza de tensión o contrapresión equivalente y de sentido contrario, que se opone a la mayor expansión de la célula. Las funciones de la pared celular son: protección de la célula, absorción de alimentos, soporte esquelético que permite sostenimiento y funcionamiento

mecánico, agente de intercambio entre la célula y su entorno. El cuerpo celular o citoplasma, por otro lado, es el protoplasma celular, es semilíquido con granulaciones (condriomas). En él tienen lugar la mayor parte de las reacciones metabólicas de la célula, y está compuesto por el citosol, una solución acuosa concentrada que engloba numerosas estructuras especializadas y los orgánulos. Los orgánulos son de formas y estructuras muy diversas: microtúbulos que constituyen un esqueleto interno (citoesqueleto), ribosomas, retículo endoplasmático, aparato de Golgi, vesículas, vacuolas, plastidios, mitocondrias y el núcleo celular, que es el elemento principal en el despliegue de la vida celular vegetal y desde donde se origina el proceso de biosíntesis de proteínas que a efectos de esta investigación interesa describir.

2.3.2 La síntesis de proteínas en la célula vegetal

Las proteínas: Son compuestos químicos complejos que se encuentran en las células vivas, y se forman por la unión de aminoácidos, sustancias más sencillas que los vegetales sintetizan a partir de los nitratos y las sales amoniacales del suelo. Fisiológicamente, son cadenas moleculares de cadenas de diferentes combinaciones de moléculas más pequeñas (los aminoácidos). En ellas se encuentran grandes reservas de elementos esenciales para la vida vegetal (y para la vida en general), tales como nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, carbono, fósforo y hierro, por nombrar algunos. Como se dijo, las proteínas están compuestas por aminoácidos. Éstos son cuerpos incoloros cristalizables de reacción natural y en su mayor parte solubles en el agua. A la fecha de la presente investigación se han identificado y categorizado veinte de ellos: Glicina, alamina, valina, leucina, isoleucina, fenil- alanina, triptófano, serina, treonina, tirosina, prolina, hidroxiprolina, metionina, cisteína, cistina, lisina, arginina, histidina, ácido aspártico y ácido glutámico. En el proceso de síntesis de proteínas, los aminoácidos juegan un papel fundamental.

Dentro de los distintos fenómenos bioquímicos que la vida en general y la vegetal en particular la síntesis de proteínas, el papel de las proteínas es fundamental pues ellas son los contenedores de hierro, cobre, zinc, cloro,

manganeso, molibdeno, boro, azufre, potasio, fósforo y nitrógeno. Estos elementos, a su vez, tiene funciones secundarias diferentes en cada caso, pero su función primaria es la de nutrición de la planta, lo cual redundo en su crecimiento, fortaleza, resistencia a enfermedades, calidad y cantidad de semillas y frutos y longevidad. En consecuencia, la síntesis de proteínas es el proceso bioquímico fundamental para la vida vegetal.

El proceso de síntesis de proteínas: Siendo la síntesis proteica un fenómeno conocido a fondo y detalle por la ciencia formal desde hace varias décadas, baste para efectos del presente trabajo de disertación sintetizar pedagógicamente el capítulo correspondiente de un texto reconocido. Así, el autor de la presente disertación usará como referencia bibliográfica el tomo de Biología celular y molecular de Eduardo De Robertis y Jose Hib, investigadores cuyos textos son comúnmente utilizados para impartir diferentes cátedras alusivas a la biología celular y molecular en numerosas universidades de habla hispana desde hace cuatro décadas. Sobra decir que sus contenidos son confirmados por todos los textos de biología molecular y citología aceptados por la comunidad científica internacional. De la lectura del texto mencionado el autor ha procedido a resumir el proceso de la síntesis proteica como sigue:

Las instrucciones necesarias para la síntesis de proteínas se encuentran codificadas en el núcleo de la célula, en el ADN, sin embargo, para ser usadas deben ser transcritas al ARNm (ARN mensajero). Esta transcripción sucede como sigue: Una banda o cordón del ARNm se alinea frente a uno de los cordones de la hélice del ADN (en las micrografías electrónicas que se han hecho de este proceso se aprecia que en este alineamiento la hélice de ADN a ser copiada se desenrolla un poco para permitir la síntesis). Cabe decir que el alineamiento del ARNm con el ADN se produce siguiendo las mismas reglas de apareamiento de las bases que regula la formación de un nuevo cordón de ADN, con la única diferencia de que en el ARNm el uracilo sustituye al timina. Una banda de ADN nuclear origina una banda complementaria (también en el núcleo) de ARNm, la cual del núcleo sale a través de las porosidades de la membrana nuclear y llega al citoplasma, donde se encuentran los aminoácidos,

enzimas especiales, moléculas de ATP, ribosomas y moléculas de ARN de transferencia. Allí, la molécula de ARN se adhiere a un ribosoma. El ribosoma es un complejo molecular encargado justamente de sintetizar las proteínas con las instrucciones codificadas que el ARN mensajero le trae desde el ADN. El ARN de transferenciaⁱ escoge un aminoácido en particular y lo transporta hasta el ribosoma, donde se encuentra el ARN mensajero. Allí, siguiendo las instrucciones del ARN mensajero, capta otros aminoácidos y forma un polipéptido. Cada tipo de ARNt (de transferencia) engancha por un extremo a un aminoácido en particular y cada uno de estos enlaces involucra a una enzima especial y a una molécula de ATP. Entonces se enlazan diferentes cadenas de polipéptidos y forman las proteínas, quedando libre el ARN de transferencia. (De Robertis y Hib, 2005, Resumen)

Dado que el proceso de biosíntesis de proteínas es la base de otros subprocesos internos que regulan todos los fenómenos de la planta y determinan características como calidad estética, fortaleza ante enfermedades y ritmo de crecimiento (cualidades esenciales para plantas ornamentales del tipo de las rosas) resulta evidente que optimizar este proceso redundaría en enormes beneficios para el mercado de producción de rosas nacionales.

2.3.3 Regulación epigenética de la biosíntesis de proteínas mediante la resonancia escalar - Afectación al proceso de síntesis de proteínas mediante ondas sonoras

Se han llevado a cabo muchas iniciativas netamente empíricas para demostrar efectos positivos de aplicar música u ondas sonoras específicas a las plantas en crecimiento, registro de las cuales los hay en gran número en internet, pero aunque sirvan para confirmación práctica de las investigaciones presentes, ninguna de ellas puede ser tomada como referente bibliográfico para la investigación presente por carecer de un método científico que explique, en función del paradigma de causa – efecto, el porqué de estos efectos. Sépanlo o no las personas que han realizado las iniciativas de afectación a las plantas

con sonido, las experimentaciones mencionadas deben su variable éxito a la teoría de regulación epigenética de la biosíntesis de proteínas por resonancia de escala. Dicha teoría es el resultado de las investigaciones del físico francés (y músico) Joel Sternheimer. Sternheimer descubrió el mecanismo por el cual las células responden a la estimulación por ondas sonoras cuando se encuentran realizando la mencionada síntesis proteica. A partir de ese descubrimiento, diferentes autores (incluyendo al propio Joel Sternheimer) han construido secuencias sonoras específicas que inhiben o estimulan este proceso celular. El principio biofísico descubierto por el físico Sternheimer es el siguiente: como se dijo en el apartado anterior, un aminoácido específico es llevado por el ARN transmisor hasta el ribosoma, donde ha de trabajarse en él. Cuando esto está sucediendo, dicho aminoácido emite una señal. Esta señal, de naturaleza cuántica, es llamada “onda escalar”, y conecta diferentes escalas entre sí. De manera más específica, la escala de cada aminoácido a la escala de la proteína procesada. La señal en cuestión tiene una cierta frecuencia y longitud de onda, dependiendo del aminoácido. Ahora, la longitud de onda está definida por la fórmula conocida como la Ecuación de Broglie: λ (lamda)= h (constante de Planck)/ p (momento). La ecuación que determina el movimiento de esta onda es una ecuación de onda escalar que incluye un parámetro de escala, pues la onda también se propaga a escala y por ende conecta a varias de ellas entre sí. La solución general de esta onda es una suma de ondas análogas a las ondas de luz, pero con velocidades diferentes; hay la más rápida de ellas, y a partir de allí hay una dos veces más lenta, una tercera tres veces más lenta y así sucesivamente. Forzando una esquematización, podemos concebir la cadena proteica en un lado y los aminoácidos en otro y así, en un momento dado, se observará que el aminoácido emite una cierta señal, en forma de onda claro, que llega a la cadena proteica. Luego de cierto intervalo llegará otra onda, y en un intervalo dos veces más largo al anterior llegará una tercera, etc., obteniéndose así superposiciones periódicas de la vibración del aminoácido. Si a las frecuencias asociadas a cada aminoácido las transponemos 76 octavas obtenemos frecuencias audibles. Esas frecuencias son musicales. A cada aminoácido le corresponde una nota musical. Si

tomamos la sucesión de frecuencias y notas musicales correspondientes a la sucesión de aminoácidos en una proteína y las ingresamos en un sintetizador, obtenemos una melodía. Esta melodía es capaz de estimular el proceso de biosíntesis de la proteína correspondiente. A su vez, la misma melodía, en su fase opuesta, inhibe la biosíntesis. Se ha encontrado que proteínas que comparten una misma construcción melódica se estimulan entre sí, por lo que es lógico deducir que es muy probable que unas se inhiban a otras cuando sus fases melódicas opuestas se corresponden.

2.4 Propiedades del sonido directamente relacionadas con la aplicación de ondas sonoras a plantas en crecimiento

Resulta necesario definir ciertas propiedades básicas del sonido a efectos de facilitar la comprensión del fenómeno descrito de manera inmediatamente anterior, por lo que abordaremos ahora cuatro de los conceptos físicos del sonido: el concepto de onda, su frecuencia, su longitud y la serie armónica.

2.4.1 La onda

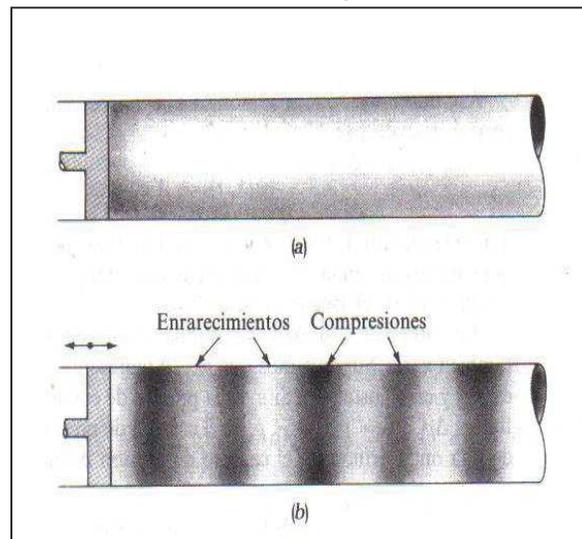
Las partículas de la cuales se constituye la materia afectan los movimientos de otras partículas, y uno de los principales patrones de estos movimientos es aquel que se puede observar en una cantidad de líquido en reposo, tal como un lago por ejemplo, cuando sobre él cae un objeto sólido, digamos una piedra. Como sabemos, esto produce en el agua del lago el movimiento por todos conocido y denominado “onda”, que es el término y concepto con el cual nos acercamos al sonido desde la ciencia física. *“La materia, en el rango de tamaños atómicos y menores, exhibe un comportamiento que es intrínsecamente ondulatorio. Así para comprender las naturalezas de átomos, moléculas y núcleos, debemos primero comprender las ondas.”* (Keller, Skove y Gettys, 1991, p. 825)

Las palabras citadas corresponden al texto académico y universalmente reconocido *Física clásica y moderna* de Keller, Skove y Gettys, que se haya en concordancia con la teoría física que actualmente se maneja en el mundo.

Sucede que un cuerpo, al vibrar, provoca un movimiento oscilatorio en las moléculas del ambiente que lo rodea, haciendo que la presión de este medio (digamos, aire) se eleve y descienda alternativamente. Estos cambios en la presión del aire se transmiten entre las moléculas del medio por efectos de colisión. Aquellos lugares del medio donde la presión aumenta las moléculas se juntan, es decir, estrechan el espacio entre ellas, se llaman **compresiones**, y aquellos donde las moléculas se alejan entre sí se llaman **enrarecimientos**. Ahora, al propagarse una onda a través de un medio las partículas no acompañan el movimiento de avance. Keller, Skove y Gettys en su texto afirman:

“Suponed que se ata el extremo de una cuerda a un poste, se tira horizontalmente de ella, y luego se agita el otro extremo de tal manera que la onda avance a lo largo de la cuerda. La onda está avanzando a lo largo de dicha cuerda, pero cada partícula de la misma oscila alrededor de un punto central”. (Keller, Skove y Gettys, 1991, p. 826)

Gráfico 1.- Ilustración de compresiones y enrarecimientos



Fuente: “Física Clásica y Moderna”, Gettys, Keller Skove, Mc Graw Hill Editores, España, 1991

Usando como criterio el tipo de medio en el cual se propagan las ondas, éstas se pueden clasificar en mecánicas, es decir movimientos de tipo oscilatorio de partículas de medios materiales, como el mencionado aire o el agua, y ondas electromagnéticas, que son en cambio movimientos de tipo oscilatorio del campo magnético, como por ejemplo ondas de radio, luz o calor. Así, desde el punto de vista de la física, el sonido es una perturbación en forma de onda producida en un ambiente material (para efectos de esta investigación, el aire). Ahora, y nuevamente citando el texto de *Física clásica y moderna* antes mencionado:

*“Las ondas mecánicas con frecuencias comprendidas entre 20 Hz 20 kHz son especialmente importantes pues causan la sensación de audición en nuestros oídos, por lo que se denominan **ondas sonoras**. La mayoría de los sonidos que escuchamos se transmiten a través del aire, sin embargo, el sonido puede también propagarse en líquidos y sólidos,”* (Keller, Skove y Gettys, 1991, p. 856)

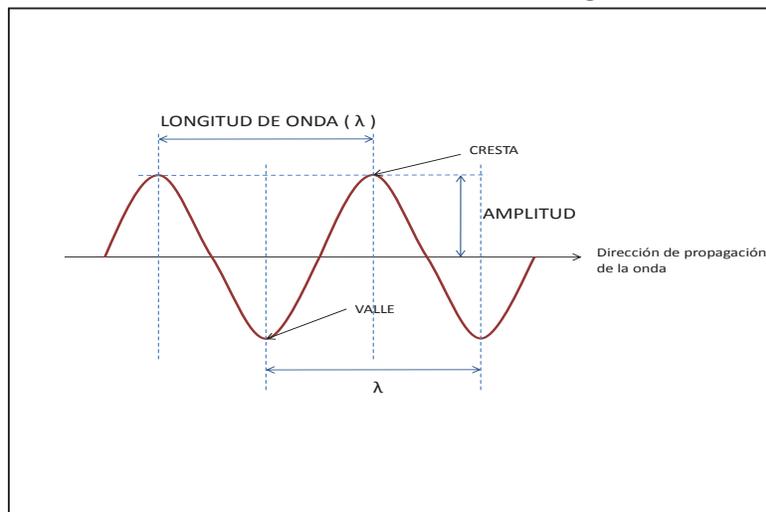
Siendo la frecuencia de una emisión de sonido la cantidad de veces que la onda atraviesa el mismo punto en un segundo. Se mide en ciclos por segundo, unidad de medida a la que se denomina Hertz (Hz). Es decir, el hombre denomina sonido a un rango del espectro de frecuencias, rango que produce en sus oídos la sensación de audición. Por otro lado, ciertos animales, dependiendo de su especie, son auditivamente sensibles a rangos diferentes de frecuencias, más altos o más bajos que los del ser humano según el caso. Sin embargo, la sensación de audición es solamente uno de los efectos de las ondas “sonoras” sobre la materia orgánica de ciertos seres vivos, éstos se ven afectados por las mismas independientemente de su registro o no de ellas, y en virtud de tal principio de afectación es que se pueden desarrollar aplicaciones del sonido en variadas maneras. Tal es así que las áreas bélicas, médicas e industriales se han servido de estas formas de afectación para distintos fines a lo largo de la historia: sonares, ultrasonido, resonancia, etc. La aplicación del sonido en áreas agrícolas no tiene una historia tan rebosante de invenciones y

métodos pues el conocimiento científico requerido para una fundamentación seria y rigurosa ha logrado apenas en las últimas décadas un nivel significativo.

2.4.2 Longitud de onda

Es la distancia recorrida por la onda, específicamente el espacio entre dos puntos idénticos de la onda, la distancia entre dos crestas o valles consecutivos. Como su nombre lo indica, es un término que define cuán larga es la onda.

Gráfico 2.- Ilustración de la longitud de onda



Elaborado por el autor

En el caso de la onda en el gráfico anterior, la longitud es la distancia entre las dos crestas de la onda.

2.4.3 Frecuencia de la onda

Si bien se mencionó el concepto de frecuencia de onda en el apartado anterior, conviene detallar este punto. Hablando en general, la frecuencia es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico. Siendo la onda un fenómeno físico periódico, la onda sónica responde también a esta posibilidad de definición. Para calcular la frecuencia de una onda, sea esta sónica o de otra naturaleza,

se procederá a contabilizar el número de veces que un punto específico de la onda (en general su cresta) pasa por un punto dado, y luego ha de dividirse este número de ocurrencias por el tiempo registrado. La frecuencia ha de relacionarse, por tanto, con el concepto de longitud de onda de manera inversamente proporcional. A mayor longitud de onda, menor será la frecuencia y viceversa. Matemáticamente, la frecuencia f es igual a la velocidad v de la onda, dividida por su longitud (λ):

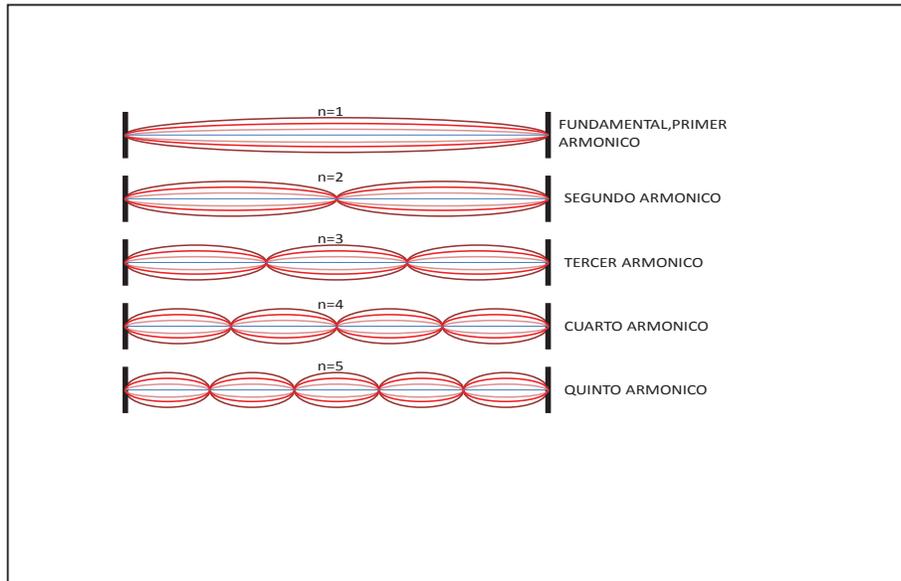
Frecuencia de la onda

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

Los conceptos anteriores nos permiten definir físicamente el sonido como una forma de energía, específicamente energía cinética producida por la vibración de un objeto. Esta vibración se extiende a través del medio alrededor del objeto que vibra en forma de onda, por lo que es capaz de afectar físicamente los cuerpos a su alrededor. Como se dijo antes, cuando estas ondas tienen una frecuencia entre 20 Hertzios y 20 kilohertzios son audibles para el ser humano, denominándose sonoras.

2.4.4 Serie Armónica

También conocida como fenómeno físico armónico, la serie armónica es el conjunto formado por un sonido llamado primer armónico (o fundamental) y una sucesión de sonidos complementarios denominados armónicos, cuyas frecuencias mantienen una relación de números enteros con la frecuencia del fundamental. De este modo, la frecuencia del segundo armónico es el doble del primer armónico, el tercero el triple del primero, sucesivamente. El número en el orden de la serie determina una frecuencia exacta, y si bien ésta serie se prolonga hasta el infinito, los seres humanos sólo podemos percibir aquellos que entran dentro del registro audible para el ser humano (entre 20 y 20 mil Hertz, aproximadamente).

Gráfico 3.- La Serie Armónica

Elaborado por el autor

2.5 Elementos a utilizarse en el proceso de experimentación

Nota respecto de dos experimentaciones previas: Se consideró pertinente realizar un experimento de naturaleza doméstica con el fin de reproducir las condiciones de afectación de ondas sonoras al crecimiento de los rosales, aprovechando la pre-existencia en el lugar de un rosal de la variedad Rosa Grandiflora rosada. Para esto, se adecuó en el domicilio del autor de la disertación un invernadero cuyo propósito era aislar al rosal, en la medida de lo posible, de otros sonidos que no fuera el requerido, y evitar su excesiva e innecesaria propagación. Sin embargo, el rosal, que daba en promedio 3 rosas simultáneamente, no floreció. Hay que mencionar que al rosal en cuestión se lo dejaba florecer espontáneamente y no de manera esquemática e intencional como sucede con sus similares en la plantación florícola. Es posible que este hecho, junto con otras variables menos determinantes (como un clima no del todo idóneo para la rosa y los nutrientes caseros que se le aplicaba al rosal antes de nuestra intervención) haya incidido en la no floración del mismo.

Con posteridad a esto se emprendió el proceso formal de experimentación en una plantación florícola X (la misma solicitó no se la mencionara), en donde fueron marcadas las muestras e instalados los equipos, pero éstos fueron robados pocos días después de su instalación, lo que obligó a reubicar el lugar de experimentación en una segunda, y esta vez definitiva, plantación florícola.

2.5.1 Descripción de los elementos logísticos vinculados a la experimentación

Sistema de irradiación de ondas sonoras: Se ha procedido a colocar 4 parlantes de 30 watos (RMS) de 6 ohms distribuidos sobre las muestras a una distancia que varía entre los 50 cm y 1.5 metros (se especifica la distribución en el apartado de “Instalación de equipo”). Los parlantes, conectados a un amplificador Sanyo JA2003 de 2 canales, 30 watos (RMS) por canal a 8 ohms y un reproductor McIntosh - iPod Nano 4 gygabites, los cuales emiten una frecuencia oscilante entre 4170 y 5280 Hertzios, con una frecuencia base de 4725 Hertzios con un período de 10 segundos, todos los días de lunes a domingo a las 6:00 a.m., hora en que se realiza la síntesis de proteínas en las plantas universalmente. El tiempo de exposición es de 20 minutos.

2.5.2 Características geo-climáticas del área de experimentación

San Lorenzo de Tanicuchi es una parroquia rural del cantón Latacunga, en el sector noroccidental de la provincia del Cotopaxi, a 20 kilómetros de la ciudad de Latacunga. Se ubica en la zona central del callejón interandino, entre las cordilleras central y occidental, y tiene una extensión de 80 kilómetros cuadrados. Su piso geo-climático corresponde principalmente a la categoría de páramo, si bien hay variaciones hacia el clima templado, dependiendo de la estación. Su nombre no tiene una etimología clara, pero como antecedentes lingüísticos se pueden mencionar los términos kichuas “tanda” que significa pan y “kuchi” que significa ágil, diligente y activo. Del juego entre estas dos palabras los lugareños han sacado la traducción de *“hombres y mujeres que gana con*

alegría el pan de cada día”, la cual asume el autor. La altitud del poblado de Tanicuchi alcanza los 3015 metros sobre el nivel del mar, aunque la plantación florícola se encuentra a 3100 metros. El clima de la zona estriba entre los 14 y 16 grados dependiendo de la estación y otras variables climáticas más particulares, y su nivel de lluvia está entre los 500 y 1000 mm al año. Limita al norte con la parroquia de Pastocalle, al sur con Guaytacama, al este Mulaló y al oeste Toacaso.

2.5.3 Descripción de la plantación florícola donde se lleva a cabo la experimentación

La experimentación se llevó a cabo en la plantación florícola “Texas Flowers S.A.”, localizada en Tanicuchi, Ecuador, sector Santa Clara, hacienda del mismo nombre, vía a Goteras. La plantación tiene un área de 20 hectáreas y produce alrededor de 30000 ejemplares de rosas de 50 variedades diferentes por trimestre (período promedio de crecimiento de un tallo de rosa). Al igual que todas las plantaciones de rosas en el país, éstas se cultivan mediante el sistema de invernaderos, llamados, al interior de la finca, “bloques” los cuales a su vez se dividen en diferentes “camas”, divisiones rectangulares de terreno de 9 metros de largo por 0.70 metros de ancho donde caben alrededor de 20 rosales, cada uno de los cuales puede dar entre 4 y 13 rosas al tiempo (en efecto, estos rangos tiene un margen muy amplio de variación). El clima adecuado es una combinación del clima local y la temperatura artificialmente mantenida gracias al efecto invernadero. Los nutrientes que se utilizan regularmente en las rosas son: ácido fosfórico, nitrato de amonio, nitrato de potasio, quelato de hierro y de manganeso, zinc y sulfato de magnesio. Al momento, la florícola Texas Flowers cuenta con 19 bloques de invernadero metálicos.

2.5.4 Características botánicas de la variedad de rosa escogida para la experimentación

Variedad de planta sujeta a experimentación: Decidió escogerse la variedad “Mohana” de rosa, únicamente por estar a punto de darse el inicio del proceso de cultivo al momento del acercamiento del autor de la presente disertación a la plantación florícola. La variedad tiene un ciclo de crecimiento de 96 días a partir de la fecha de corte. No habiendo variaciones significativas desde el punto de vista botánico entre las rosas que se cultivan en Texas Flowers, se consideró esta variedad como válida. Los ciclos o etapas en que crece este tipo de rosa se definen por un patrón estándar, sin embargo las condiciones geo-climáticas de la zona donde se realizó la experimentación ocasionan ciertas alteraciones en las fases, por lo que el autor elaboró, asesorado por el personal técnico de la florícola un cuadro que detalla las distintas etapas de crecimiento de la rosa Mohana, y que se puede observar en el anexo 1 de la presente investigación.

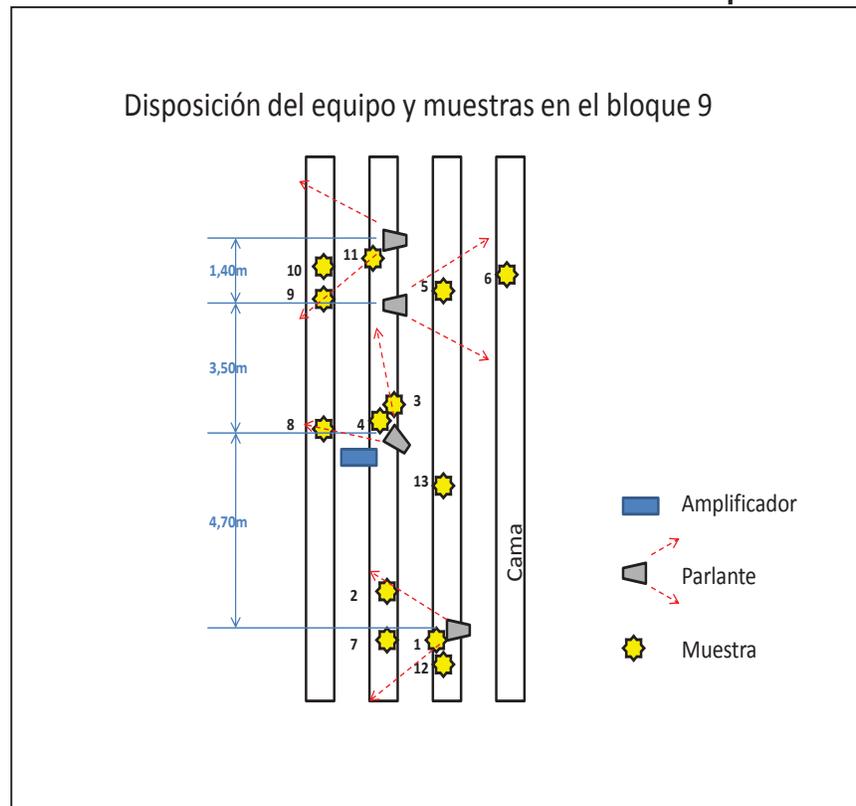
CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN

3.1 Montaje del equipo emisor de ondas sonoras

Instalación de equipo reproductor de ondas sonoras: Una vez determinado el rango de frecuencia apropiado para la síntesis de proteínas de la célula vegetal en general (entre 4 y 8 Hertz), se produjo una grabación continua de tono variable para ser reproducida directamente sobre las camas escogidas para el efecto (bloque 9, camas 10 y 11). La disposición de muestras en relación a la ubicación de los parlantes responde a la distribución siguiente:

Gráfico 4.- Disposición espacial de muestras en relación a los parlantes.



La distancia de las plantas de experimentación (muestras) en relación a los parlantes es la que sigue:

Tabla 1.- Disposición espacial de muestra afectadas en relación a ubicación de los parlantes

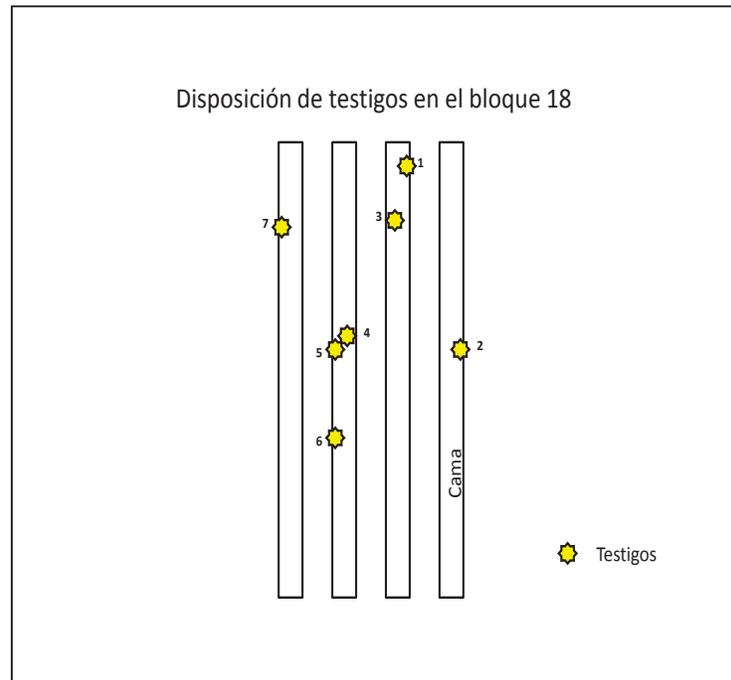
MUESTRAS	DISTANCIA AL PARLANTE
1	0,90 m
2	1,30 m
3	1,14 m
4	1,08 m
5	1,35 m
6	2,25 m
7	1,07 m
8	1,67 m
9	2,40 m
10	2,23 m
11	1,05 m
12	1,90 m
13	1,40 m

Elaborado por el autor

Nota: Si bien se está realizando el seguimiento oficial a un grupo de 6 muestras y sus correspondientes testigos, se está monitoreando un total de 13 muestras a efectos de determinar, ya de manera particular, aspectos complementarios como la afectación de las ondas sonoras en muestras ubicadas fuera del radio original de propagación de las ondas sonoras, razón por la cual en el cuadro anterior se enlista un total de 13 flores de muestra.

La disposición de testigos responde a la distribución siguiente:

Gráfico 5.- Disposición espacial de testigos



Elaborado por el autor

A continuación se exponen algunas fotos a efectos de dar una idea de la ubicación y distribución espacial del equipo:

Fotografía 1.- Instalación



Fuente: autor

La fotografía 1 muestra una vista panorámica del equipo instalado. En la parte superior central de la misma se aprecia el equipo reproductor, el cual emite diariamente una grabación del tono definido para la experimentación. A la

izquierda se observan 2 de los cuatro parlantes ubicados directamente encima de las muestras de experimentación. En la parte baja de la fotografía, el autor de la disertación.

Fotografía 2.- Instalación



Fuente: autor

La fotografía 2 muestra un acercamiento de uno de los parlantes instalados, el número 3, éste tiene debajo de sí 2 muestras, proyectándose la onda sonora aproximadamente a 1,30 cm de ellas.

Fotografía 3.- Instalación



Fuente: autor

La fotografía 3 muestra una vista panorámica de los parlantes 1 y 2, debajo y enfrente de los cuales se encuentran las muestras 4, 5 y 3, respectivamente.

3.2 Descripción del método de irradiación a utilizarse

Determinado el rango de frecuencia apropiado para la síntesis de proteínas de la célula vegetal en general (entre 4 y 8 Hertz), se elaboró una grabación continua de tono variable para ser reproducida directamente sobre las camas escogidas para el efecto (bloque 9, 4 camas). Se procedió entonces a colocar 4 parlantes de 30 Watios distribuidos sobre las muestras a una distancia que varía entre los 50 cm y 1.5 metros (se especifica la distribución en el apartado de “Instalación de equipo”). Los parlantes, conectados a un amplificador y éste a un reproductor McIntosh - iPod Nano 4 gygabites, los cuales emiten una frecuencia oscilante entre 4170 y 5280 Hertz, con una frecuencia base de 4725 Hertz con un período de 10 segundos, todos los días de lunes a domingo a las 6:00 a.m., hora en que se realiza la síntesis de proteínas en las plantas universalmente. El tiempo de exposición es de 20 minutos.

3.3 Descripción del método de registro y comparación a utilizarse

Se escogieron 6 flores rosas como muestras y 6 como testigos, todas ellas cortadas en la misma fecha. Las muestras serían afectadas por la onda sonora como se mencionó mientras que los testigos crecerían sin variación alguna respecto de su proceso de cultivo habitual, es decir, en las mismas condiciones de crecimiento que las rosas que son comercializadas. Cabe decir que las muestras y los testigos se encontraban en bloques diferentes, de tal manera que el espacio entre ellas fuera lo suficientemente grande como para evitar el más mínimo nivel de afección de los testigos por parte de la onda irradiada.

Realizada esta selección de muestras y testigos, se marcó con bandas de colores en los tallos a las flores muestras y a las flores testigos y se establecieron dos fases para la observación, comparación y registro:

Primera fase: Desde la fecha de corte hasta el apareamiento del botón de flor (sépalos), lo cual toma aproximadamente 70 días. Los parámetros para el registro y comparación durante esta etapa son los siguientes:

- 1) Largo de tallo
- 2) Ancho de tallo
- 3) Ritmo de crecimiento (relación de nivel de crecimiento en largo y ancho versus tiempo transcurrido)

Segunda fase: desde la fecha de apareamiento del botón de flor hasta la fecha de cosecha, es decir, la segunda etapa va desde el día 71 hasta el día 96, aproximadamente. Durante esta etapa el tallo ha dejado de crecer y por eso los parámetros correspondientes a él ya no muestran variación significativa, de tal suerte que nos quedamos únicamente con los sépalos y los parámetros correspondientes a ellos. Tales parámetros son:

- 1) Diámetro longitudinal de sépalo.
- 2) Diámetro transversal de sépalo.
- 3) Ritmo de crecimiento (relación de nivel de crecimiento en diámetro longitudinal y transversal versus tiempo transcurrido)

Parámetros complementarios: Uno de los mayores problemas en la producción que tiene la plantación florícola es el alto número de aparición de tres puntuales anomalías de crecimiento: “cuello de ganso”, “punto ciego” y yema dormida”, descritas en detalle más adelante, dentro del subcapítulo “Criterios para la valoración de resultados”. Así, el parámetro complementario a medir se deriva de la posibilidad de que la irradiación de ondas sonoras de alta frecuencia tenga un efecto de prevención de las mencionadas irregularidades.

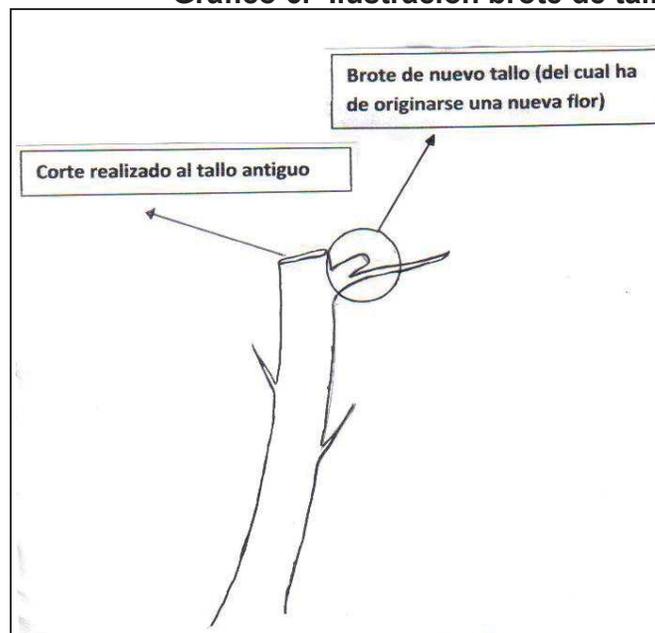
Respecto del método de registro: Siendo 96 días el tiempo aproximado que le toma a una flor rosa Mohana producida en esta plantación llegar a culminar su desarrollo total, se dividió los primeros 90 días en seis etapas de 15 días cada una. Al final de cada etapa se procedió a la medición de los parámetros arriba descritos en muestras y testigos, y a la correspondiente toma de fotografías. Los datos así obtenidos, acompañados de sus registros fotográficos, se esquematizaron en una bitácora comparativa de registro, la cual sería la fuente de información cuantitativa para la posterior tabulación y

consecuente análisis. Esta bitácora se alimentó con los datos correspondientes a los parámetros propios de cada etapa de crecimiento. Después del día 90, las flores rosas serían monitoreadas a diario para determinar con total precisión el día de floración, fecha en que se procedería a cosecharla para la comercialización. Los datos de esta última fase (luego del día 90 hasta la floración definitiva) serían registrados de manera diaria a efectos de no perder el momento exacto de la floración, y asentados igualmente en la bitácora comparativa, en períodos de 5, 10 o 15 días según se suscitaran las floraciones.

3.4 Tabulación de datos de crecimiento de tallos de muestras y testigos durante los primeros 90 días

La fecha de corte se hizo el 29 de septiembre de 2011, y marca el inicio del ciclo de 96 días que le toma al tallo en formación dar como resultado una nueva rosa. Cabe acotar que el nuevo tallo brotará a un lado del cortado y a partir de allí crecerá hasta culminar con la germinación del botón floral, de acuerdo a como se ilustra en el gráfico siguiente:

Gráfico 6.- Ilustración brote de tallo



Elaborado por el autor

Considérese el cuadro comparativo a continuación, el cual contiene información relativa a ritmos y volúmenes de crecimiento de largo de tallos de muestras y testigos, organizada en períodos de 15 días. Esta información ha sido obtenida de la bitácora comparativa que se llevaba para efectos de registro, la cual se compone de fotografías tomadas a muestras y testigos y mediciones de dimensiones de la flor y que se puede observar en el anexo 2.

**Cuadro 1.- CONGLOMERADO LARGO DE TALLOS
MUESTRAS Y TESTIGOS (en centímetros)**

Registros	muestra 1	testigo 1	muestra 2	testigo 2	muestra 3	testigo 3	muestra 4	testigo 4	muestra 5	testigo 5	muestra 6	testigo 6
15 días	0,2	0	0,1	0	0,1	0	1,8	0	2,2	0	0	0
30 días	8	7,1	6	0	8	2,5	10,5	0	9	0	2,5	2
45 días	24,3	22,5	15,8	0	21,6	5,8	36,2	0	19,6	0	6,7	13
60 días	54,2	39,2	32,6	0	54	22	68,5	2,8	47	2,5	15	35,5
75 días	63	49	46	4,5	63	31	77	6	58	3	18	73
90 días	65	49,8	48	5	64	62	80	6	59	3,5	23	75

Elaborado por el autor

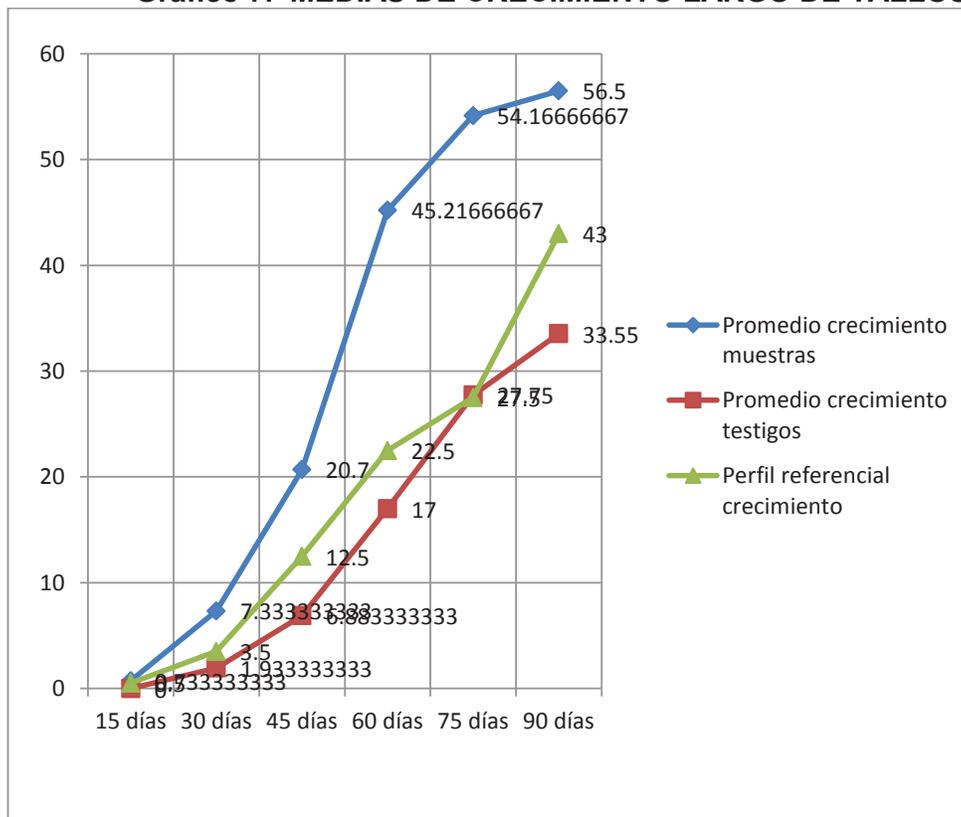
Los promedios de crecimiento calculados en base a esta información se cotejaron con el perfil estadístico de crecimiento de los tallos, estimado a su vez a partir de las diferentes etapas de desarrollo de la flor, el cual consta en esta disertación como anexo 1. Este cotejo se resume en el cuadro a continuación, y su correspondiente gráfico.

Cuadro 2.- CUADRO COMPARATIVO UNIFICADO DE LARGO DE TALLOS

Días de corte	Prom. Crec. Alto Muestras	Prom. Crec. Alto Testigos	PERFIL REFERENCIAL
15 días	0,73	0,00	0,5
30 días	7,33	1,93	3,5
45 días	20,70	6,88	12,5
60 días	45,22	17,00	22,5
75 días	54,17	27,75	27,5
90 días	56,50	33,55	43

Elaborado por el autor

Gráfico 7.- MEDIAS DE CRECIMIENTO LARGO DE TALLOS



Elaborado por el autor

Considérese ahora el siguiente cuadro comparativo, el cual contiene información relativa a ritmos y volúmenes de crecimiento de ancho de tallos de muestras y testigos, organizada en períodos de 15 días.

**Cuadro 3.- CONGLOMERADO ANCHO DE TALLOS
MUESTRAS Y TESTIGOS (en centímetros)**

Registros	muestra 1	testigo 1	muestra 2	testigo 2	muestra 3	testigo 3	muestra 4	testigo 4	muestra 5	testigo 5	muestra 6	testigo 6
15 días	0,4	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0	0,5	0	0	0
30 días	0,6	0,4	0,7	0	0,6	0,4	0,6	0	0,6	0	0,4	0,5
45 días	0,8	0,7	0,7	0	0,7	0,4	0,8	0	0,6	0	0,4	0,5
60 días	0,8	0,8	0,7	0	0,8	0,5	0,8	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9
75 días	0,8	0,8	0,7	0	0,8	0,6	0,8	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9
90 días	0,8	0,8	0,7	0	0,8	0,7	0,8	0,5	0,7	0,3	0,4	0,9

Elaborado por el autor

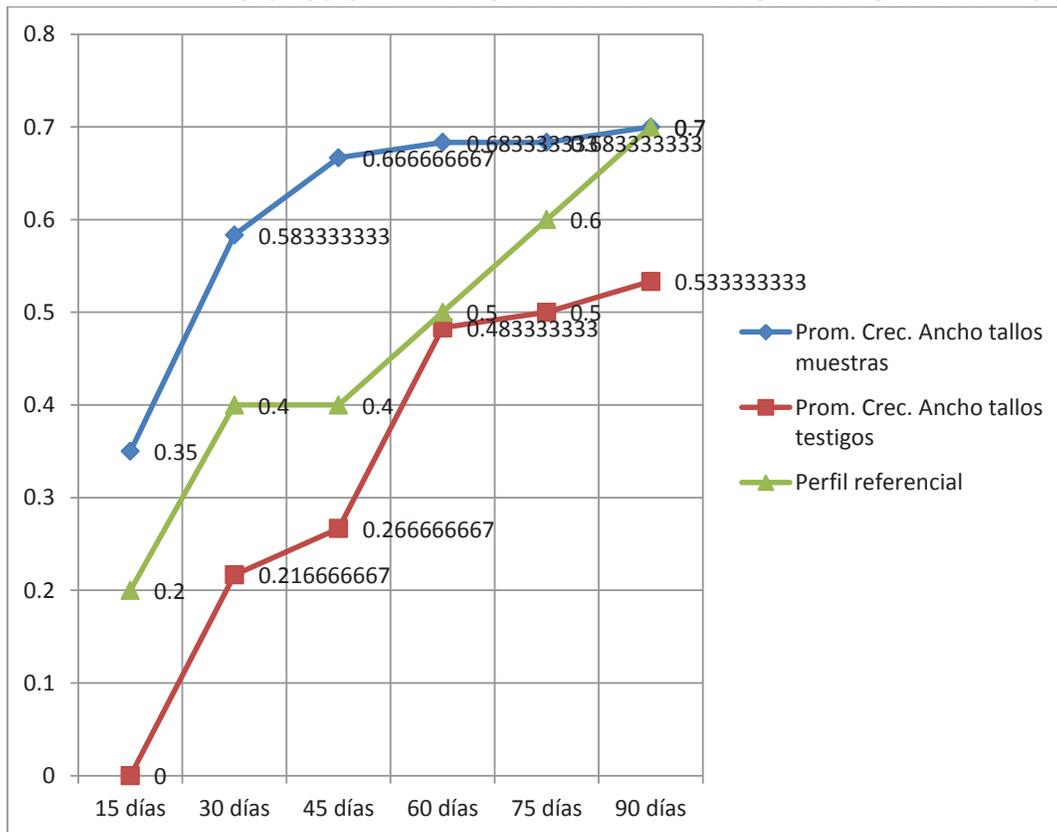
Los promedios de crecimiento calculados en base a esta información se cotejaron con el perfil estadístico de crecimiento de los tallos, estimado a su vez a partir de las diferentes etapas de desarrollo de la flor, el cual consta en esta disertación como anexo 1. Este cotejo se resume en el cuadro a continuación, y su correspondiente gráfico.

Cuadro 4.- CUADRO COMPARATIVO UNIFICADO DE ANCHOS DE TALLOS

Días de corte	Promedio Crecimiento Ancho Muestras	Promedio Crecimiento Ancho Testigos	PERFIL REFERENCIAL
15 días	0,35	0,00	0,2
30 días	0,58	0,22	0,4
45 días	0,67	0,27	0,4
60 días	0,68	0,48	0,5
75 días	0,68	0,50	0,6
90 días	0,70	0,53	0,7

Elaborado por el autor

Gráfico 8.- MEDIAS DE CRECIMIENTO ANCHO DE TALLOS



Elaborado por el autor

3.5 Tabulación de datos de crecimiento de sépalo (botón de flor) de muestras y testigos durante los días 60 a 105

Considérese el cuadro comparativo a continuación, el cual contiene información relativa a ritmos y volúmenes de crecimiento de sépalos de muestras y testigos (diámetro transversal), los cuales aparecen a partir del día 60. Esta información ha sido obtenida de la bitácora comparativa que se llevaba para efectos de registro, la cual se compone de fotografías tomadas a muestras y testigos y mediciones de dimensiones de la flor y que se puede observar en el anexo 2.

Cuadro 5.- CONGLOMERADO DIÁMETRO TRANSVERSAL SÉPALO MUESTRAS Y TESTIGOS (en centímetros)

Registros	muestra 1	testigo 1	muestra 2	testigo 2	muestra 3	testigo 3	muestra 4	testigo 4	muestra 5	testigo 5	muestra 6	testigo 6
60 días	1	0,7	0,7	0	0,8	0	1,1	0	0,8	0	0	0,9
75 días	2	1,5	1,1	0	1,8	0	2,1	0	1,9	0	0	0,9
90 días	3,8	2,5	2	0	3,2	1	4	0	3,5	0	0	2,3
95 días	6	2,5	2	0	3,2	1	5,5	0	5	0	0	2,3
105 días	6	4,2	3	0	3,2	2,1	5,5	0	5		1,2	4

Elaborado por el autor

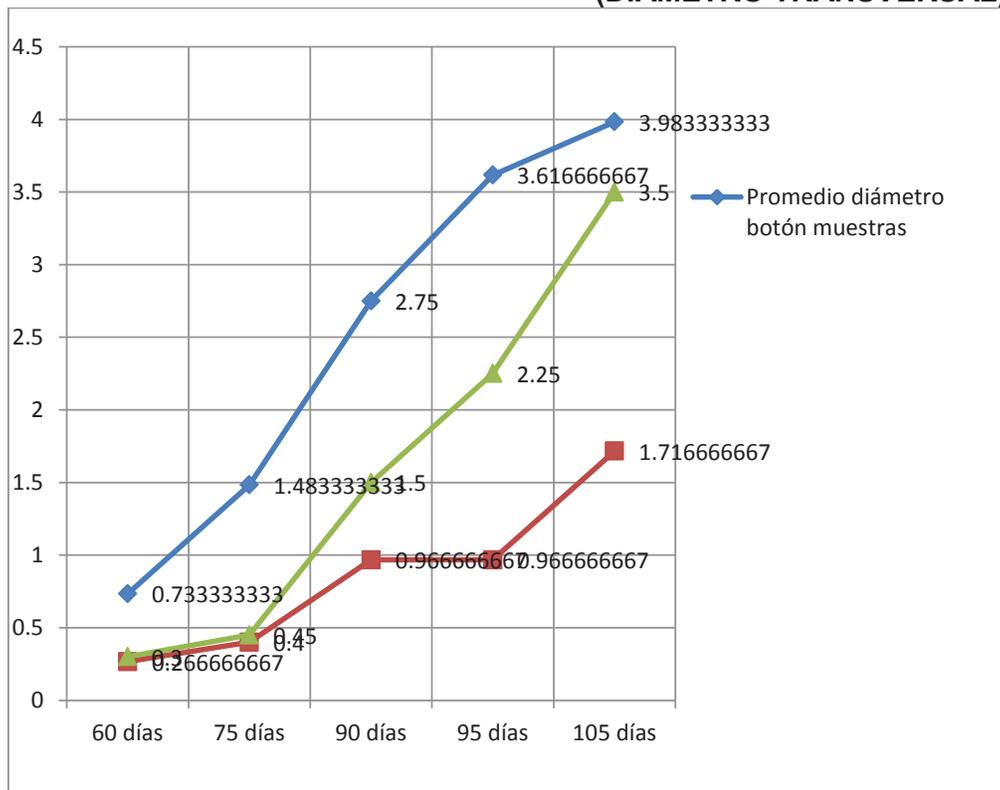
Los promedios de crecimiento calculados en base a esta información se cotejaron con el perfil estadístico de crecimiento de los sépalos, estimado a su vez a partir de las diferentes etapas de desarrollo de la flor, el cual consta en esta disertación como anexo 1. Este cotejo se resume en el cuadro a continuación, y su correspondiente gráfico.

**Cuadro 6.- CUADRO COMPARATIVO UNIFICADO
DIÁMETRO TRANSVERSAL SÉPALOS**

Días de corte	Prom.	Crec.	Prom.	Crec.	PERFIL REFERENCIAL
	Diámetro transversal Muestras	botón	Diámetro transversal testigos	botón	
60 días		0,73		0,27	0,3
75 días		1,48		0,40	0,45
90 días		2,75		0,97	1,5
95 días		3,62		0,97	2,25
105 días		3,98		1,72	3,5

Elaborado por el autor

**Gráfico 9.- MEDIAS DE CRECIMIENTO SÉPALOS
(DIÁMETRO TRANSVERSAL)**



Elaborado por el autor

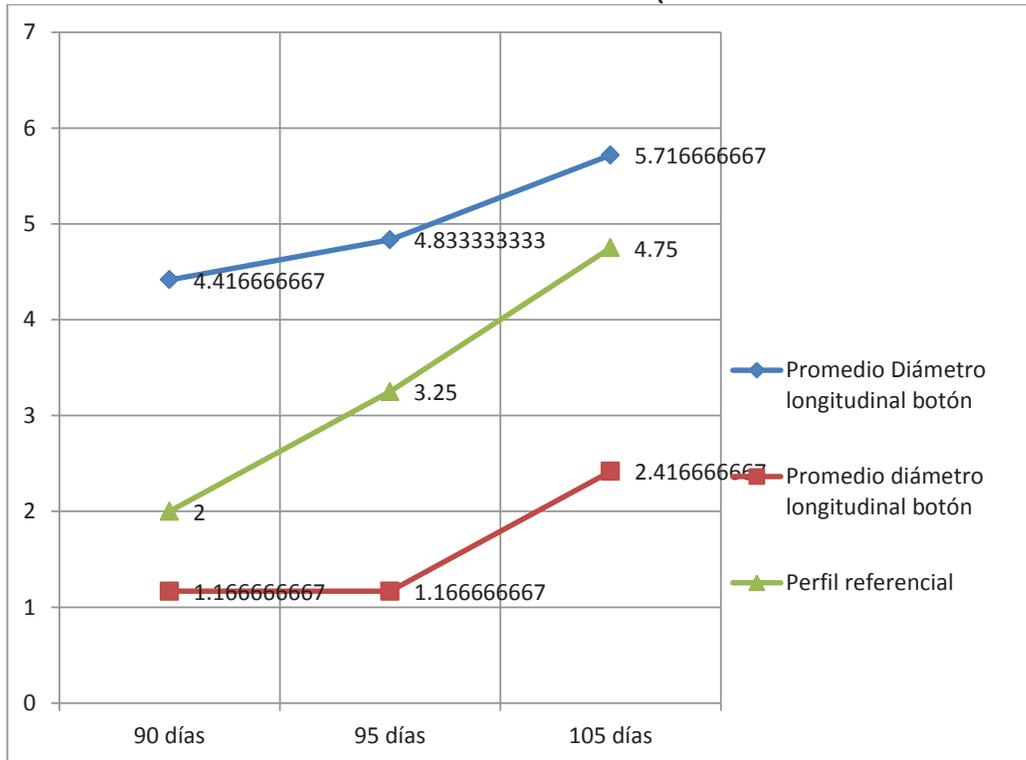
Considérese ahora el siguiente cuadro comparativo, el cual contiene información relativa a ritmos y volúmenes de crecimiento de sépalos de muestras y testigos, en su diámetro longitudinal.

Cuadro 7.- CUADRO COMPARATIVO UNIFICADO DIÁMETRO LONGITUDINAL SÉPALOS MUESTRAS Y TESTIGOS

Días de corte	Prom. Crec. Diámetro longitudinal botón Muestras	Prom. Crec. Diámetro longitudinal botón testigos	PERFIL REFERENCIAL
90 días	4,42	1,17	2
95 días	4,83	1,17	3,25
105 días	5,72	2,42	4,75

Elaborado por el autor

Gráfico 10.- MEDIAS DE CRECIMIENTO SÉPALOS (DIÁMETRO LONGUTIDINAL)



Elaborado por el autor

Finalmente, considérese el cuadro a continuación, el cual contiene información final global respecto del registro comparativo, y que además da cuenta de las fechas en que se produjo la floración, así como de las anomalías de crecimiento suscitadas durante el proceso, tanto en muestras como en testigos.

Cuadro 8.- CONGLOMERADO RESULTADOS FINALES GLOBALES DEL REGISTRO COMPARATIVO (EN CENTÍMETROS)

Atributo al final del proceso	muestr	testigo	muestr	testigo	muestr	testigo	muestr	testigo	muestr	testigo	muestr	testigo
	a 1	1	a 2	2	a 3	3	a 4	4	a 5	5	a 6	6
Largo de tallo	65	49,8	48	5	64	62	80	6	59	3,5	23	75
Ancho de tallo	0,8	0,8	0,7	0	0,8	0,7	0,8	0,5	0,7	0,3	0,4	0,9
Diámetro transversal de botón	6	4,2	3	0	3,2	2,1	5,5	0	5		1,2	4
Diámetro longitudinal de botón	7	5,3	5,8	0	5	3,2	7	0	7	0	2,5	6
Día de floración	95	105	105	-----	99	---	95	---	95	---	--	---
Anomalía de crecimiento (Si/no)	No	No	No	Si (yema dormida)	No	No	No	Si (brote ciego)	No	Si (brote ciego)	No	No

Elaborado por el autor

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS COMPARATIVO DE NIVELES DE PRODUCCIÓN PREVIOS AL PROCESO DE EXPERIMENTACIÓN Y NIVELES DE PRODUCCIÓN CON MUESTRAS AFECTADAS

4.1 Descripción de los parámetros cuantitativos y cualitativos utilizados para el análisis comparativo

Siendo que el método de experimentación afecta al proceso de síntesis de proteínas, base del proceso de nutrición de la planta, el cual a su vez es condición básica para todos los procesos relativos al desarrollo, por lo que los hipotéticos beneficios de la aplicación de ondas sonoras deberían evidenciarse prácticamente en todos los aspectos físicos de la rosa. Sin embargo, considerando que muchos de los atributos de la planta deben también su diseño y despliegue a códigos genéticos, habrá ciertas características, dígame el grosor del tallo, cuya variación no será tan significativa como, por ejemplo, la rapidez en el ritmo del desarrollo, aspecto más susceptible de ser influenciado por factores de nutrición. Dicho esto, los parámetros a considerarse para realizar el análisis comparativo son:

- a) **Ritmo de crecimiento:** a partir de la fecha de corte hasta la fecha de cosecha de la nueva rosa.
- b) **Grosor y largo de tallo:** se espera obtener en las muestras dimensiones mayores de largo y ancho en el tallo de las muestras en relación a las plantas no afectadas por las ondas sonoras (testigos).
- c) **Dimensiones de flor:** se espera obtener en las muestras dimensiones mayores de volumen general en las flores (pétalos) afectadas por las ondas sonoras en relación a los testigos.
- d) **Duración:** Se espera que en las muestras transcurra un lapso de tiempo mayor antes de marchitarse que en las plantas no afectadas. Este ítem supone realizar una observación de muestras y testigos en días posteriores a la cosecha. El autor de la disertación presente espera que

este sea uno de los aspectos de sustancial mejora un vez aplicado el procedimiento, pues resultaría de enorme beneficio, comercialmente hablando, ofertar al mercado una flor rosa que tarda más tiempo en marchitarse.

4.2 Criterios para análisis de datos

Se establecieron tres elementos a relacionarse en el análisis comparativo:

- a) Un perfil de crecimiento referencial de la variedad de rosa “Mohana”, construido en base a información estadística recopilada de manera empírica por el personal técnico de la plantación florícola donde se efectuó la experimentación.
- b) El patrón de crecimiento registrado en los especímenes que actuaron como testigos de la experimentación, es decir, las plantas que no fueron expuestas a la onda sonora utilizada para estimular el proceso de biosíntesis de proteínas.
- c) El patrón de crecimiento registrado en los especímenes que actuaron como muestras de la experimentación, es decir las plantas que fueron expuestas a la onda sonora utilizada para estimular el proceso de biosíntesis de proteínas.

4.3 Etapas para análisis de datos

Como ya se dijo en las páginas precedentes de la disertación, el cultivo de las rosas para uso comercial se realiza a partir de un rosal previamente cultivado, al cual se le cortan tallos (que pueden o no haber originado antes una rosa anteriormente). Desde la cara lateral del tallo cortado nacerá un nuevo tallo al final del cual, idealmente, habrá de brotar un “botón” de rosa. Este botón es, en términos técnicos, un sépalo cerrado. El proceso de observación y registro de datos del crecimiento de muestras y testigos se dividió en dos etapas:

- 1) La primera fase abarcó desde el corte del tallo hasta el aparecimiento del sépalo cerrado. Durante esta etapa, se valora únicamente el largo y ancho del tallo en función del tiempo transcurrido.
- 2) La segunda etapa valora principalmente el diámetro horizontal y vertical del sépalo en función del tiempo transcurrido (aquí el tallo ya ha dejado de crecer), así como el ritmo con que el sépalo se abre, dejando al descubierto los pétalos (floración). Cabe mencionar que complementariamente, mientras el sépalo se encuentra cerrado, su exterior, originalmente verde, adquiere coloraciones rojizas en forma de líneas verticales, y el número e intensidad de esas coloraciones se considera indicador de la proximidad de la floración.

4.4 Criterios para valoración de resultados

Los atributos que se toma en consideración para juzgar la calidad de una rosa de este tipo son los siguientes:

Tallo:

- **Largo y ancho:** siendo el largo idóneo aquel que sobrepase los 50 centímetros, pues eso calificaría las rosas para ser exportadas al mercado internacional, se considera un mínimo aceptable una longitud correspondiente a 40 centímetros. Respecto del ancho, un grosor idóneo oscila entre 0.7 y 0.9 centímetros, tanto para el mercado nacional como internacional.
- **Rectitud de tallo:** una tendencia hacia la linealidad en el tallo es un atributo muy apreciado. Aunque el largo del mismo fuera notable, una flor de tallo irregular es descartada de inmediato. Aquellas cuyas irregularidades en la linealidad del tallo

Botón (sépalo):

- **Volumen del botón:** medido en función del diámetro longitudinal y transversal. Como se sabe, el sépalo contiene los pétalos (la flor en sí),

por tanto un sépalo más grande significa una flor más voluminosa, de mayores y más numerosos pétalos.

Nota: *existen atributos menos relevantes pero también considerados en el caso del botón de la rosa, tales como la intensidad de la coloración de los pétalos o la fragancia, de más difícil valoración y de poca incidencia real en la categorización de flores para efectos de fijación de precios más altos en el mercado.*

Por otro lado, desde la perspectiva de la productividad de la plantación, existen fenómenos relacionados con el crecimiento general de las flores que influyen significativamente en la producción, de manera negativa. Debido a la posibilidad de que el método experimental a ser utilizado ejerza un efecto preventivo o correctivo de estas circunstancias, resulta de enorme pertinencia analizar el comportamiento de la flor en crecimiento considerando también la ocurrencia o no de estas irregularidades de desarrollo. Los fenómenos mencionados son:

- Yema dormida: se llama así a la circunstancia de que, al cortar el tallo escogido para que en su cara lateral nazca un nuevo tallo, éste no crezca más allá de 1 centímetro y detenga ahí su desarrollo de manera indefinida. Dado que hay que esperar aproximadamente 30 días para llegar al punto en el cual se advierta que el brote ha entrado en este estado y que no saldrá de allí, el fenómeno de tallo en estado de “yema dormida”, significa un retraso significativo en la producción (esperar mientras se hace un nuevo corte). Considerando la frecuencia de la ocurrencia de este suceso y las enormes cantidades de flores cultivadas, muchas de las cuales (entre el 10 y 20 por ciento aproximadamente) caerán en estado de yema dormida, esta circunstancia resulta de mucho perjuicio para los niveles de producción y, por contraste, de mucho beneficio su prevención.

- Punto ciego: se llama así a la circunstancia en que el sépalo detiene su crecimiento en las primeras instancias, no llegando siquiera a vislumbrarse sus pétalos. Esta condición es irreversible en la mayor parte de las ocasiones en que se presenta. Cabe notar que para todo esto el tallo ha crecido por entero (aproximadamente 60 días), es decir, transcurren casi dos meses antes de que esta anomalía descarte abruptamente y por completo el espécimen; por tal razón la conveniencia de su hipotética elusión. Esta anomalía afecta de entre 10 y 20 por ciento de la producción.
- Cuello de ganso: se llama así a la circunstancia de que el tallo de la flor es curvo, lo cual la descalifica para el mercado internacional y, si la curvatura es demasiado pronunciada, incluso para el mercado nacional. Esta anomalía afecta de entre 20 y 40 por ciento de la producción.

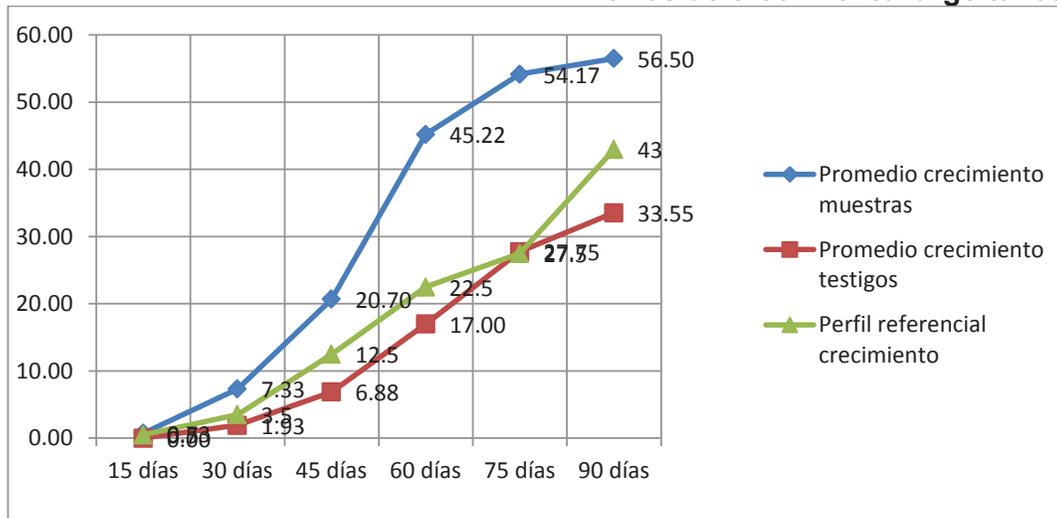
4.5 Descripción del proceso de registro de información

Se dividió el proceso de registro en 6 lapsos de 15 días cada uno, correspondientes a los primeros 90 días de los 96 que toma, en promedio, el proceso natural de crecimiento de la variedad, y se marcó las flores expuestas a la emisión de la onda sonora diseñada (6). Cada quincena se realizó la medición de las dimensiones y atributos complementarios de cada una de las 6 muestras (de acuerdo a la etapa respectiva de crecimiento se registró datos relativos al tallo o a los sépalos) y sus correspondientes testigos (especímenes no afectados por la emisión de la onda sonora), además se fotografió todos los especímenes, tanto muestras como testigos. Una vez se llegó al sexto período, cabía ya únicamente esperar la floración definitiva (apertura del sépalo para dejar ver los pétalos madurados), que es el punto en el cual la flor está lista para ser desprendida del resto del rosal y dispuesta para su comercialización. Esto sucede entre el día 90 y el día 110, por lo que a partir del día 91 se procedió a una observación diaria.

4.6 Proceso comparativo de la primera etapa (tallos)

A) Considérese a continuación el gráfico 11 donde se relaciona los largos de tallo de los tres elementos a compararse entre sí durante la primera etapa de crecimiento (0 a 90 días).

Gráfico 11.- Relación comparativa ritmos de crecimiento largo tallos



Elaborado por el autor

Descripción del gráfico: El gráfico 11 es una relación entre las longitudes de los tallos, registradas en centímetros, y el tiempo transcurrido, registrado en períodos de 15 días (6 períodos en total). Teniendo en cuenta el perfil referencial estadístico de crecimiento, expresado en el gráfico como la línea descriptiva de color verde (leyenda: perfil referencial de crecimiento), se obtiene las siguientes conclusiones:

1: Los testigos utilizados para la comparación paralela en tiempo muestran una tendencia por debajo del promedio en los primeros 4 períodos (60 días), aunque al final del proceso de crecimiento se terminan acercando al referente estadístico. Mientras que el ritmo de crecimiento referencial promedio para los cuatro primeros períodos (vistos como conjunto) se ubica en 5,75 centímetros

por período, el de los testigos fue de 4,25 centímetros por período. Tal baja se explica por la baja temperatura ambiental de los 60 primeros días de crecimiento de muestras y testigos: siendo la media de temperatura idónea para esta variedad los 21 grados centígrados, la temperatura que hubo en la zona donde se ubica la plantación fue de 17 grados centígrados en promedio. En notorio contraste, el ritmo promedio de crecimiento para los especímenes expuestos a la onda sonora fue de 11,3 centímetros por período (casi el doble respecto del ritmo referencial estadístico y casi el triple respecto del ritmo de los testigos). Ponderando la variable de influencia de tipo retardatorio de un ambiente particularmente frío sobre el desarrollo de las rosas de esta variedad, se concluye que la exposición a una onda sonora de las características de la utilizada para el experimento de la presente disertación tiene un efecto paliativo sobre la influencia de temperaturas bajas en el crecimiento de esta variedad de rosa, lo que le atribuye al fenómeno estudiado un carácter preventivo en lo tocante a esta circunstancia.

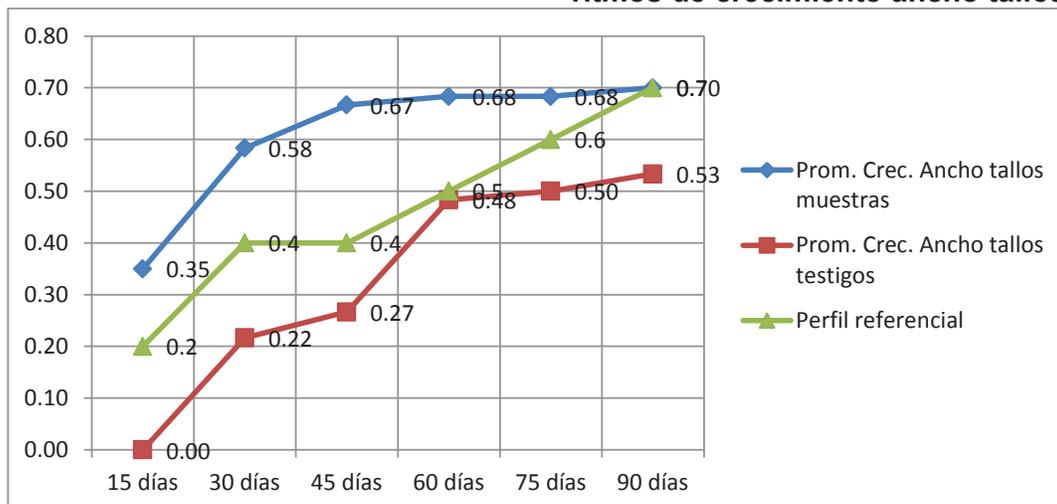
2: Respecto de los mismos cuatro períodos, se puede observar que mientras los testigos habían alcanzado, para el final del cuarto período, una longitud promedio de 17 centímetros, y el promedio referencial de crecimiento atribuye a este punto del desarrollo del espécimen una longitud media de 23 centímetros, las muestras afectadas presentaban en promedio un largo de 45, 22 centímetros; es decir, las muestras afectadas crecieron un 95 % más que el promedio estadístico y un 165% más que las testigos, en el mismo tiempo. A partir de este dato se concluye que la exposición a una onda sonora de las características de la utilizada para el experimento de la presente disertación tiene un efecto acelerador del ritmo de crecimiento de las plantas de esta variedad.

3: Avanzando en el tiempo hasta que se consideran los dos últimos periodos (últimos 60 días) se observa que las longitudes de los tallos de los testigos se acercan a los del promedio referencial, siendo la longitud promedio de los testigos 33.5 centímetros y la referencial 43 centímetros (ninguno de los testigo fue calificado para exportación). Por otro lado, la longitud promedio de las

muestras afectadas fue de 56.5 centímetros (todos calificaron para exportación), es decir, los largo finales de los tallos expuestos a la onda sonora en cuestión fueron un 31,4 5 más largos que el promedio referencial estadístico, y un 69,5 más que los testigos utilizados para comparación simultánea. Del dato anterior se concluye que la exposición a una onda sonora de las características de la utilizada para el experimento de la presente disertación tiene un efecto de incremento del largo de los tallos de las plantas de esta variedad, en estas condiciones.

B) Considérese a continuación el gráfico 12 donde se relaciona los anchos de tallo de los tres elementos a compararse entre sí durante la primera etapa de crecimiento (0 a 90 días).

Gráfico 12.- Relación comparativa ritmos de crecimiento ancho tallos



Elaborado por el autor

Descripción del gráfico: el gráfico 12 es una relación entre los anchos de los tallos, registrados en centímetros, y el tiempo transcurrido, registrado en períodos de 15 días (6 períodos en total). Teniendo en cuenta el perfil referencial estadístico de crecimiento, expresado en el gráfico como la línea

descriptiva de color verde (leyenda: perfil referencial), se obtiene las siguientes conclusiones:

1: Los testigos utilizados para la comparación paralela en tiempo muestran una tendencia por debajo del promedio en los primeros 4 períodos (60 días), y si bien para el final del cuarto periodo coinciden, para el final del proceso de crecimiento se distancian nuevamente. Así, mientras que el ritmo de crecimiento referencial promedio para los tres primeros períodos (vistos como conjunto) se ubica en 0,13 centímetros por período, el de los testigos fue de 0.09 centímetros por período. Tal baja se explica por la misma situación climática descrita en el caso de los tallos: por la baja temperatura ambiental de los 60 primeros días de crecimiento de muestras y testigos (aunque estemos analizando en este momento los tres primeros períodos): siendo la media de temperatura idónea para esta variedad los 21 grados centígrados, la temperatura que hubo en la zona donde se ubica la plantación fue de 17 grados centígrados en promedio. En contraste, el ritmo promedio de crecimiento para los especímenes expuestos a la onda sonora fue de 0.22 centímetros por período (casi el doble respecto del ritmo referencial estadístico y cerca del triple respecto del ritmo de los testigos). Ponderando la variable de influencia de tipo retardatorio de un ambiente particularmente frío sobre el desarrollo de las rosas de esta variedad, se concluye que la exposición a una onda sonora de las características de la utilizada para el experimento de la presente disertación tiene un efecto paliativo sobre la influencia de temperaturas bajas en el crecimiento de esta variedad de rosa, lo que le atribuye al fenómeno estudiado un carácter preventivo en lo tocante a esta circunstancia.

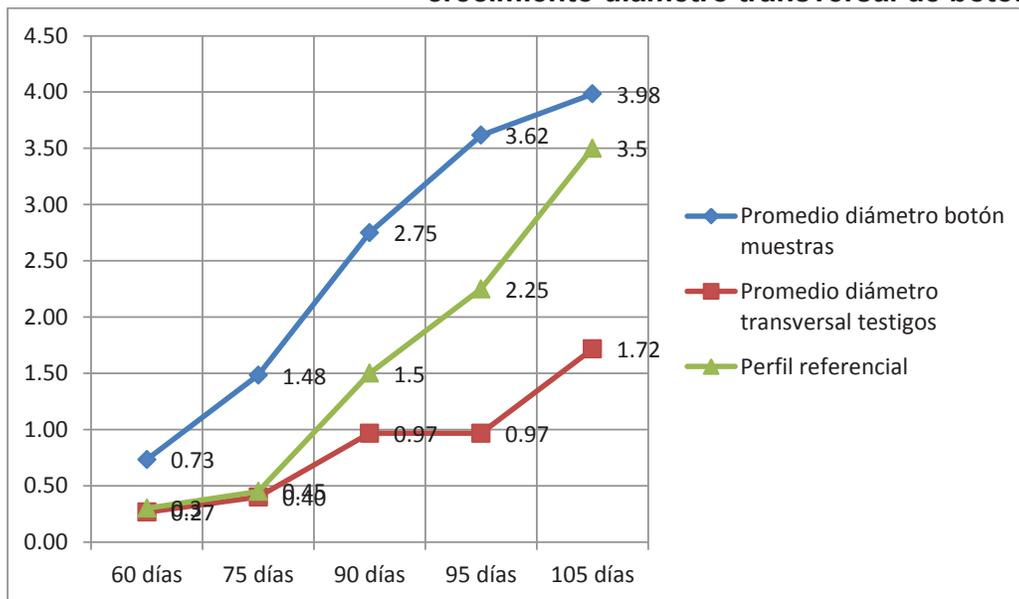
2: Ya considerado el tiempo total de crecimiento (6 períodos, 90 días) se observa que los anchos de los tallos de los testigos se distancian hacia debajo de los del promedio referencial, siendo en ancho promedio de los testigos 0.53 centímetros y la referencial 0.70 centímetros. Por otro lado, el ancho promedio de las muestras afectadas fue de 0.70 centímetros, es decir, los anchos finales de los tallos expuestos a la onda sonora en cuestión alcanzaron el perfil

estadístico referencial a pesar de las condiciones climáticas adversas mencionadas en la conclusión primera, mientras que los testigos quedaron significativamente por debajo del nivel acostumbrado (crecieron un 24.7 % menos). Del dato anterior se concluye que la exposición a una onda sonora de las características de la utilizada para el experimento de la presente disertación tiene un efecto paliativo sobre la influencia de temperaturas bajas en el crecimiento de esta variedad de rosa, lo que le atribuye al fenómeno estudiado un carácter preventivo en lo tocante a esta circunstancia.

4.7 Proceso comparativo de la segunda etapa (botones)

A) Diámetro transversal: Considérese a continuación el gráfico 13, donde se relaciona los diámetros transversales de los tres elementos a compararse entre sí durante la segunda etapa de crecimiento (60 a 105 días).

Gráfico 13.- Relación comparativa ritmos de crecimiento diámetro transversal de botón



Elaborado por el autor

Descripción del gráfico: el gráfico 13 es una relación entre diámetros transversales de los sépalos, registrados en centímetros, y el tiempo transcurrido, registrado en 2 períodos de 15 días, 1 de 5 días y 1 de diez días (períodos en total). Teniendo en cuenta el perfil referencial estadístico de crecimiento, expresado en el gráfico como la línea descriptiva de color verde (leyenda: perfil referencial), se obtiene las siguientes conclusiones:

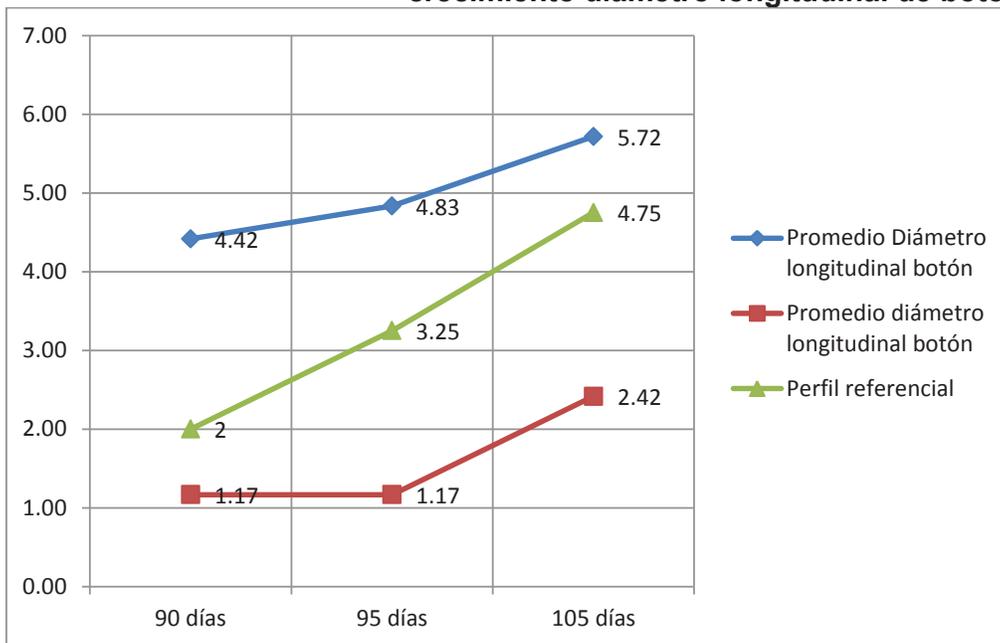
1: Por las condiciones climáticas desfavorables mencionadas anteriormente, los testigos nuevamente estuvieron por debajo de la media del perfil referencial estadístico. Así, mientras los testigos crecieron un promedio de 0.43 centímetros cada 11 días (recuérdese que al tener dos períodos de diferentes extensión en esta etapa, fue necesario realizar la aproximación correspondiente al momento de tabular los datos), el perfil referencial nos indica un promedio de 0.88 centímetros cada 11 días. En contraste con ambos elementos, el promedio de crecimiento de los botones de las muestras afectadas es de 0.99 centímetros cada 11 días, es decir, un 12.25 % más que el perfil referencial y un 130.2 % más que los testigos. Este dato nos permite concluir que: la exposición a una onda sonora de las características de la utilizada para el experimento de la presente disertación tiene un efecto paliativo sobre la influencia de temperaturas bajas en el crecimiento de esta variedad de rosa, puntualmente sobre el diámetro transversal del sépalo, lo que le atribuye al fenómeno estudiado un carácter preventivo en lo tocante a esta circunstancia contingente.

2: El delta crecimiento del diámetro transversal del botón de las muestras (12.25 % más que el perfil referencial y 130.2 % más que los testigos), permite concluir que: la exposición a una onda sonora de las características de la utilizada para el experimento de la presente disertación tiene un efecto de incremento significativo del diámetro transversal de los botones de las plantas de esta variedad, en estas condiciones.

B) Diámetro longitudinal: Considérese a continuación el gráfico 14, donde se relaciona los diámetros longitudinales de los tres elementos a

compararse entre sí durante la segunda etapa de crecimiento (60 a 105 días).

Gráfico 14.- Relación comparativa ritmos de crecimiento diámetro longitudinal de botón



Fuente: autor

Descripción del gráfico: El gráfico 14 es una relación entre diámetros transversales de los sépalos, registrados en centímetros, y el tiempo transcurrido, registrado en 2 períodos, 1 de 5 días y 1 de diez días. Teniendo en cuenta el perfil referencial estadístico de crecimiento, expresado en el gráfico como la línea descriptiva de color verde (leyenda: perfil referencial), se obtiene las siguientes conclusiones:

1: Por las condiciones climáticas desfavorables mencionadas anteriormente, los testigos estuvieron por debajo de la media del perfil referencial estadístico. Así, mientras los testigos crecieron un promedio de 1.21 centímetros cada 8 días (recuérdese que al tener solo dos períodos en esta sub-etapa, de

diferentes, fue necesario realizar la aproximación correspondiente al momento de tabular los datos), el perfil referencial nos indica un promedio de 2.4 centímetros cada 8 días. En contraste con ambos elementos, el promedio de crecimiento de los botones de las muestras afectadas es de 2.86 centímetros cada 8 días, es decir, un 20 % más que el perfil referencial y un 136 % más que los testigos. Este dato nos permite concluir que: la exposición a una onda sonora de las características de la utilizada para el experimento de la presente disertación tiene un efecto paliativo sobre la influencia de temperaturas bajas en el crecimiento de esta variedad de rosa, puntualmente sobre el diámetro longitudinal del sépalo, lo que le atribuye al fenómeno estudiado un carácter preventivo en lo tocante a esta circunstancia contingente.

2: El delta crecimiento del diámetro transversal del botón de las muestras (20 % más que el perfil referencial y 136 % más que los testigos), permite concluir que: la exposición a una onda sonora de las características de la utilizada para el experimento de la presente disertación tiene un efecto de incremento significativo del diámetro longitudinal de los botones de las plantas de esta variedad, en estas condiciones.

CAPÍTULO V

REDACCIÓN DE UN MÉTODO EXPERIMENTAL PARA LA APLICACIÓN DE ONDAS SONORAS A ROSAS EN CRECIMIENTO

5.1 Descripción de un método de aplicación de ondas sonoras de alta frecuencia a flores rosas en crecimiento cultivadas con fines comerciales

Paso 1: Prodúzcase una grabación continua de tono variable cuya frecuencia oscile entre 4170 y 5280 Hertzios con una frecuencia base de 4725 Hertzios con un período de 10 segundos y almacénesela en un dispositivo reproductor cuyo funcionamiento no se vea afectado por temperaturas demasiado bajas (7 grados centígrados será el máximo descenso en la temperatura que deberá soportar el dispositivo, pues una temperatura inferior a esa mataría incluso a las flores) o demasiado altas (debido a las condiciones de humedad propias de un invernadero, una temperatura sobre los 30 grados centígrado probablemente afecte el funcionamiento del dispositivo electrónico utilizado para la reproducción. Conéctese el dispositivo a las entradas de un amplificador de 60 Watios (2 canales de 30 Watios RMS@8Ω) y éste a su vez deberá estar conectado en sus salidas a un arreglo de 4 parlantes cada uno de 30 Watios RMS@6Ω y ubíquese éste por sobre las flores a ser irradiadas con la onda, a una distancia que oscile entre 1 y 1.50 metros; tal disposición afectará un área de 3.5 metros cuadrados, independientemente de la densidad de plantas en tal espacio.

Paso 2: Asegúrese que a las plantas se les haya aplicado los nutrientes que se acostumbre (en el caso de la florícola utilizada para la experimentación, los nutrientes utilizados regularmente son ácido fosfórico, nitrato de amonio, nitrato de potasio, quelato de hierro y de manganeso, zinc y sulfato de magnesio). Se estila en las florícolas utilizar para la nutrición el método de añadir los nutrientes al agua con que se riega la plantación.

Paso 3: Reprodúzcase la grabación continua todos los días sin excepción durante 20 minutos a las 06:00 am, si interrupciones, procurando que al tiempo no se emita otro tipo de sonidos en las cercanías del área irradiada.

5.2 Consideraciones adicionales

- Debido a que la investigación presente no contemplaba la observación del efecto de la irradiación de ondas sonoras de alta frecuencia en humanos o animales, se aconseja, a modo de prevención, que no haya trabajadores ni animales cerca al área afectada por la irradiación durante el tiempo que toma ésta en reproducirse.
- Debido a que no se permitió al autor de la presente disertación la emisión de la onda sonora durante la segunda jornada de biosíntesis de proteínas de las plantas (entre las 18:00 y 20:00), no fue posible determinar si el hacerlo dos veces durante el día ocasionaría un mayor efecto positivo o si por el contrario esto significaría una sobreexposición que dañe las flores rosas, por lo que se sugiere limitarse a replicar el método aquí descrito, o innovar teniendo en cuenta los riesgos.
- La investigación bibliográfica realizada de manera previa a la experimentación arrojó un rango de entre 10 y 40 minutos como tiempo idóneo para la exposición de las plantas a la onda, por lo que el autor estimó un lapso de 20 minutos como suficiente y seguro. Cabe decir que realizar una exposición durante más tiempo hubiera sido útil para propósitos científicos pero la logística no lo hacía posible, principalmente por costos y permisos de la plantación florícola para afectar otras áreas de cultivo. En consecuencia, no fue posible determinar si el hacerlo por más tiempo ocasionaría un mayor efecto positivo o si por el contrario esto significaría una sobreexposición que dañe las flores rosas, por lo que se sugiere limitarse a replicar el método aquí descrito, o innovar teniendo en cuenta los riesgos.
- El efecto de la irradiación de la onda sonora se da sobre el proceso natural de biosíntesis de proteínas aumentando el ritmo del mismo, lo

que significa que las plantas, al ser afectadas, asimilan más nutrientes y de manera acelerada. En consecuencia, la sola emisión de la onda sin la participación de sustancias nutrientes no tendrá un efecto significativo.

- Dado que el nivel de presión sonora varía entre un altavoz y otro, además de otras características que son importantes como el tamaño del diafragma del altavoz (que determina el rango de frecuencias en el que funciona el altavoz: a mayor tamaño del diafragma mayor contenido de bajas frecuencias), así como la respuesta de frecuencia, el patrón direccional y el tipo de montaje, se sugiere aplicar los equipos aquí mencionados en la forma en que el autor lo hizo. Reemplazar parlantes u otros elementos seguramente afectará la calidad de la onda y posiblemente alterará el impacto.

CAPÍTULO VI

ESTUDIO ECONÓMICO

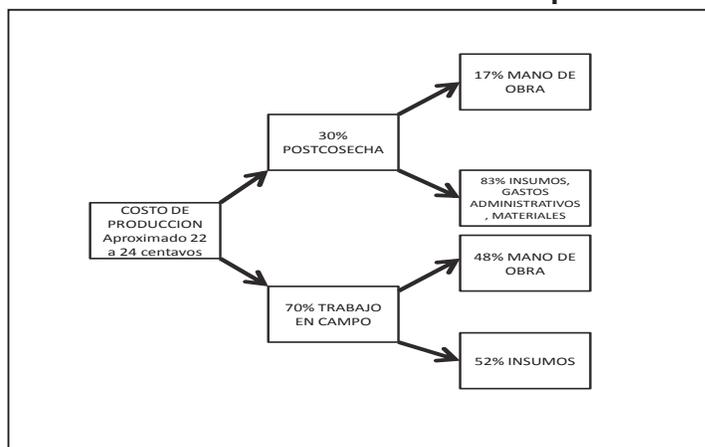
6.1 Análisis costo-beneficio de la aplicación de ondas sonoras a rosas en crecimiento.

Para el análisis costo-beneficio se tomará como referente el equipo utilizado para efectos de experimentación, sin embargo, hay que mencionar que si se trata de implementar un sistema de irradiación, existen equipos diseñados específicamente para aplicaciones industriales y cuyos precios son significativamente menores que los del equipo utilizado por el autor de la presente disertación.

6.2 Costos de producción y precios de venta para los botones de rosa destinados a exportación.

Costos habituales de producción florícola: Los costos aproximados de producción de la plantación florícola Texas Flower permiten estimar un valor de entre 22 y 26 centavos de dólar (U.S.D. 0.26) por flor. Este costo de producción se desglosa, sintéticamente, como lo muestra el siguiente esquema el cual fue elaborado en base a información estadística general del sector productivo florícola:

**Gráfico 15.- Esquema desglose
costos de producción**



Elaborado por el autor

Descripción: el costo total de producir una flor rosa, independientemente de la variedad, es de veinte y dos a veinte y cuatro centavos de dólar (U.S.D. 0.22 – 0.24). Para efectos de análisis cuantitativo tomaremos como referente el promedio, es decir, veinte y tres centavos de dólar (USD 0.23). El setenta por ciento de ese costo (USD 0.16) corresponde al trabajo en campo y el 30 por ciento restante (USD 0.07) a los procesos post cosecha (costos administrativos y comerciales). Siendo que los costos de implementación de un dispositivo emisor de ondas sonoras no afectarían en absoluto los costos del trabajo post cosecha, nos quedamos con la categoría de trabajo en campo como elemento referencial para establecer una comparación. Así, de los USD 0.16 que cuesta producir una flor rosa (antes de la cosecha), el 48% (USD. 0.07) corresponde a mano de obra y el 52% (USD 0.09) a insumos de producción.

Precio promedio de la rosa ecuatoriana en el mercado internacional: De acuerdo a estadísticas del Banco central de Ecuadorⁱⁱ, los principales mercados de exportación para las rosas ecuatorianas son. Estados Unidos, Países Bajos, Italia y España. En promedio, hacia E.E.U.U. se exporta el 74 % de la producción, hacia Rusia el 10 %, a Holanda el 6% y el 10% que resta se exporta al resto del mundo (principalmente Italia y España).

De acuerdo a la misma fuente, el precio de exportación promedio de un botón de rosa listo oscila entre 40 y 46 centavos de dólarⁱⁱⁱ. Es decir, tal es el precio promedio que se paga a la florícola nacional por su botón de rosa, si bien en el mercado internacional este precio aumenta ostensiblemente por efectos de costos de comercialización. Para efectos de análisis cuantitativo tomaremos como referente el promedio, es decir, cuarenta y tres centavos de dólar (U.S.D. 0.43), como el precio pagado a la industria florícola ecuatoriana por cada botón de rosa que cumpla con los estándares de calidad mínima para su comercialización en el mercado internacional.

Margen de utilidad: El margen de ganancia neta por botón de rosa exportada es de 20 centavos de dólar (U.S.D. 0.20).

6.3 Niveles de producción de botones de rosa destinados a exportación en la florícola Texas Flower.

Como se dijo antes en esta disertación, el cultivo de las rosas se organiza en rectángulos de 9 metros de largo por 0.70 metros de ancho, llamados camas. Setenta y dos (72) camas próximas entre sí y contenidas dentro de un invernadero forman un bloque, la unidad de producción para efectos de este análisis. La florícola Texas Flower tiene actualmente 19 bloques, en los que se cultivan flores rosas de diferente variedad. Un dato a tener en cuenta es que las diferentes variedades de rosa tienen diferentes ritmos de crecimiento. El ritmo de crecimiento de la rosa Mohana es tal que su desarrollo total toma, en promedio, 96 días.

Respecto de la rosa Mohanna, su producción significa el 5% de la producción total de la florícola. La producción diaria por cama oscila entre 6 y 10 botones de flor (asumiremos un promedio de 8 botones para realizar los cálculos) en una temporada regular, lo que significa que un bloque produce 576 botones por día. Si bien la distribución de las flores dentro de una cama no es uniforme ni constante, al tener la cama tiene 6.3 metros cuadrados, se deduce que cada metro cuadrado produce, aproximadamente 1.3 botones de rosa por día.

Sin embargo, por cada 8 flores de calidad suficiente se dan también 7 flores rosas descartadas por las anomalías de crecimiento mencionadas antes, lo cual significa que, en conjunto, las anomalías de crecimiento arruinan el 47% de la producción. De cada 7 flores defectuosas por anomalías de crecimiento, 4 se deben a la anomalía brote ciego (57% de ese 47%), 2 a la anomalía de yema dormida (29% de ese 47%) y 1 a la anomalía cuello de ganso (14% de ese 46%). Esta proporción se da, por supuesto, en la variedad Mohana (otras variedades de flor rosa tienen distintas características a ese respecto). Ahora, en cuanto a los costos de estas anomalías:

- a) Las yemas dormidas (tallos que no crecen o crecen muy poco después de efectuado el corte y detienen allí su desarrollo) se consideran irreversibles (y por ende se descartan) a partir de los 30 días después del corte, lo

que significa que el costo de una flor afectada por la anomalía de yema dormida es de 7 centavos de dólar (recuérdese que el costo de producir una flor idónea, cuyo proceso toma 96 días, es de 23 centavos de dólar).

- b) Los brotes ciegos (tallos que crecen pero no dan flor, es decir, el sépalo ve inhibido su proceso de transformación en flor) se define como irreversibles a los 80 días (recuérdese que los sépalos se forman a partir del día 70), por lo cual su costo promedio es de producción es de 19 centavos de dólar.
- c) Los cuellos de ganso (curvatura el tallo en el área cerca de la flor) se declaran inaceptables a los 45 días de la fecha de corte, aproximadamente. Esto significa que su costo es de 10 centavos de dólar.

De lo dicho anteriormente se desprende que el costo colectivo del número promedio anomalías presentes en una cosecha es de 36 centavos por cama, 2592 dólares por bloque. A nivel de la plantación entera (16 bloques), esto supone una pérdida de 41472 dólares en una temporada de producción que dura 96 días.

CAPÍTULO VII

PROCESO COMPARATIVO DE INDICADORES DE RITMOS Y TIEMPOS DE CRECIMIENTO, CONDICIONES DE CALIDAD Y ANOMALIAS DE CRECIMIENTO

De los datos finales de la experimentación se puede enunciar lo siguiente:

- 1) De las 6 flores rosas usadas como testigo (no afectadas por la onda sonora de alta frecuencia), sólo 1 llegó a término en el tiempo máximo válido para propósitos de experimentación (105 días) y en condiciones de calidad tal que la califiquen para su comercialización; 3 no llegaron a desarrollarse por completo antes del plazo máximo estipulado (105 días), 2 se descartaron por la anomalía de crecimiento brote ciego y 1 por la anomalía de crecimiento yema dormida.
- 2) De las 6 flores rosas usadas como muestras (afectadas por la onda sonora de alta frecuencia), 5 llegaron a término en el tiempo máximo válido para propósitos de experimentación (105 días) y en condiciones de calidad tal que la califiquen para su comercialización; y 1 no lo hizo.

Ahora, en términos porcentuales, estos datos se expresarían como sigue: las anomalías de crecimiento afectaron al 50% de las muestras escogidas; el 33% de las flores rosas testigos no llegaron a florecer a tiempo; el 17% llegó a término y en condiciones óptimas.

En lo que se refiere a las muestras, es decir, a las flores rosas afectadas en la experimentación, se registraron los siguientes datos respecto de anomalías de crecimiento: 1 flor afectada por la anomalía de crecimiento “yema dormida” salió de ese estado de manera tardía, lo cual es muy inusual, y si bien para el momento en que lo hizo ya había transcurrido demasiado tiempo como para calificarla dentro del tiempo de experimentación, ya no se cuenta como anomalía de crecimiento sino como muestra que no cumplió con el tiempo establecido. Las 5 flores restantes llegaron a término en condiciones óptimas para su comercialización. En términos porcentuales:

Del total de 6 muestras, el 17 % (1) no llegó a florecer a tiempo; el 83% lo hizo en tiempo aceptable y en condiciones óptimas. El porcentaje de flores afectadas por anomalías de crecimiento fue del 0%.

La conclusión es que la exposición de flores rosas de la variedad Mohana previno la aparición de anomalías de crecimiento en un 66%, y la floración en tiempo y condiciones no aceptables en un 50%. No habiendo una estimación del costo de una floración extemporánea, nos remitiremos al costo de las anomalías de crecimiento, el cual se había estimado en 2592 dólares por bloque. Por lo anteriormente dicho, se puede afirmar que la emisión de ondas sonoras ahorraría a la florícola un valor de 1296 dólares por bloque. Al haber 16 bloques en la florícola donde se desarrolló la experimentación, el ahorro total por concepto de prevención de anomalías de crecimiento es de 20736 dólares en cada cosecha.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones generales

La aplicación de ondas sonoras mediante un dispositivo emisor de las mismas en una frecuencia oscilante entre 4 y 8 Hertzios durante las horas en que se realiza la biosíntesis de proteínas en la planta ocasiona un incremento significativo en el desarrollo de la flor rosa en los siguientes aspectos: ritmo de crecimiento, dimensiones de flor y tallo. La aplicación de esta frecuencia sonora también tiene un significativo efecto preventivo de anomalías frecuentes en el crecimiento de las rosas, como el detenimiento súbito del desarrollo, llamado estado de “yema dormida”, la curvatura pronunciada de tallo, denominada “cuello de ganso” o la no completación del proceso de desarrollo en la fase anterior a la formación del sépalo, denominada “brote ciego”.

La razón de este incremento general en el desarrollo de la rosa, así como del efecto preventivo de anomalías de crecimiento es que el proceso de biosíntesis proteica que realizan las plantas en la mañana y en la tarde se ve estimulado por la frecuencia irradiada, lo que ocasiona una mayor y más rápida construcción y asimilación de proteínas en el ribosoma de la célula vegetal, lo cual a su vez implica una potenciación en la asimilación de nutrientes, dando como resultado especímenes biológicamente más fuertes y perfectos.

Debido a que la mecánica de la experimentación no involucra manipulación genética o de otro tipo ni sustancia química alguna que pudieran alterar las características de la flor, este proceso experimental no acarrea efectos negativos de ninguna clase, manteniéndose inalterados los atributos naturales de la flor rosa.

La implementación de este sistema de irradiación de ondas sonoras de alta frecuencia tiene un costo sumamente bajo en relación a los beneficios que reporta, por lo que desde el punto de vista productivo sería una inversión de enorme rentabilidad para los floricultores nacionales.

8.2 Conclusiones específicas:

8.2.1 Relativas al proceso

La irradiación de ondas sonoras tiene un efecto directamente sobre la nutrición vegetal; en tal virtud, dicha irradiación reportará mejores efectos cuando se la realice entre las 06:00 y las 08:00 y luego entre las 18:00 y 20:00, principales horas en las cuales las plantas efectúan los procesos de síntesis de proteínas.

El campo de acción para la irradiación de la onda sonora de alta frecuencia que ha demostrado ser exitoso en el marco de la presente investigación es de 3,5 metros cuadrados ubicando el parlante a 2 metros de suelo; fuera de ese campo el efecto tiende a disminuir gradualmente.

La experimentación, en el formato utilizado, no supone la utilización de estimulantes de crecimiento o nutrientes diferentes a los que se utilizan en el proceso habitual de cultivo, ni tampoco implica un aumento en la cantidad de los mismos, lo cual mantiene inalterado el procedimiento de cultivo y en consecuencia no genera modificaciones de tipo fisiológico o químico en los especímenes.

8.2.2 Relativas a la producción:

Un tallo largo y rectilíneo y un botón flor grande son atributos que permiten la calificación de tales especímenes para exportación, lo cual supone un margen de ganancia más alto en la venta de las rosas ecuatorianas debido a que su cotización en el mercado internacional es más alta que en el local. En consecuencia, la irradiación de una onda sonora de alta frecuencia como la utilizada durante la experimentación incrementaría significativamente la cantidad de rosas que cumplen con los parámetros de calidad mínimas para exportar, de tal suerte que los ingresos de una florícola que implementara este procedimiento aumentarán.

El efecto preventivo sobre las anomalías de crecimiento de la flor rosa que ha demostrado tener la irradiación de una onda sonora de alta frecuencia incide de manera positiva en el nivel de producción de la florícola, pues, por un lado causa un aumento directo y sustancial en el número de flores idóneas para su comercialización en el mercado local y extranjero, y por otro lado anula el costo de cultivar una flor hasta el punto en que tiene forzosamente que descartársela por no cumplir con los requerimientos mínimos.

Debido al carácter universal de la forma en que las diferentes especies de plantas realizan el proceso conocido como biosíntesis de proteínas, es lógico inferir que este procedimiento de irradiación de ondas sonoras de alta frecuencia afectaría positivamente a vegetales, hortalizas y plantas de tipo ornamental, por lo que las industrias respectivas se convierten en beneficiarios potenciales de esta investigación.

REFERENCIAS

Libros:

- De Robertis, E. y Hib, J. (2001). *Biología celular y molecular*. (15ª ed.), Buenos Aires, Argentina: El Ateneo.
- Gran enciclopedia didáctica ilustrada, (1993). *Volumen XI: Historia Antigua*, México, D.F., México: SALVAT EDITORES.
- Gettys, E., Keller, F. y Skove, M. (1991). *Física clásica y moderna*, Madrid, España: Mc Graw Hill.
- Goldman, J., (2002). *Healings Sounds*, Rochester, EEUU: Healing Arts Press.
- Karp G. (1998). *Biología Celular y Molecular*, México, D.F., México: McGraw Hill Interamericana.
- Retallack, D., (1973). *The sound of Music and Plants*, California, EEUU: Devorss & Co.

Patente de invención:

- Carlson, R. (1982). *Un procedimiento para tratar plantas*, España Patente de invención No. 286.260. Registro de la Propiedad Industrial.

Paginas de internet:

- Bonet, X. (2002). *Historia de la Filosofía Hermética*. Recuperado el 6 de Junio de 2011 de:
http://laposadadehermes.eresmas.com/libros_online_filosofia_hermetica.htm

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Entrainment:** El término entrainment viene de la lengua inglesa, y lo cierto es que no tiene una traducción directa y mono-terminológica en el español, tal es la razón de que se haya decidido enunciarla en su idioma original. Por otro lado, de acuerdo al contexto en el que la utilice (siempre científico además, pero en distintas disciplinas) tiene diferentes acepciones. La que nos interesa, sin embargo, es aquella que proviene de la física, y según la cual el entrainment es el “fenómeno mediante el cual dos procesos rítmicos, al interactuar, se van acoplando hasta llegar presentar una periodicidad común”. Fuente: autor.
- **Filosofía Hermética** es aquella derivada de las enseñanzas de Hermes Trimegisto, un personaje mítico del cual muchas escuelas esotéricas occidentales y orientales han hecho referencia directa al momento de fundamentar sus principios. Fuente: laposadadehermes.eresmas.com
- **Mesolítico:** término utilizado para nominar el período prehistórico ubicado cronológicamente entre el Paleolítico y el Neolítico. Significa Edad Media de la Piedra. (GRAN ENCICLOPEDIA DIDACTICA ILUSTRADA, VOLUMEN XI: Historia Antigua, SALVAT EDITORES, México, 1993).
- **Neolítico:** Proviene del griego νέος, *néos*: ‘nuevo’; λίθος, *líthos*: ‘piedra’. Originalmente se le dio este nombre debido a los descubrimientos de herramientas de piedra pulimentada que aparentemente corrían paralelos al desarrollo de la agricultura. Hoy se define el Neolítico en razón del conocimiento y uso de la agricultura y/o de la ganadería. Fuente: GRAN ENCICLOPEDIA DIDACTICA ILUSTRADA, VOLUMEN XI: Historia Antigua, SALVAT EDITORES, México, 1993.

- **Paleolítico:** etimológicamente, significa Edad antigua de la piedra, debido al extenso uso de ésta para utensilios de distintas naturalezas. Aunque esta etapa se identifica, como se dijo, con el uso de útiles de piedra tallada, también se usaron otras materias para construir artefactos: hueso, asta, madera, cuero, etc. Fuente: GRAN ENCICLOPEDIA DIDACTICA ILUSTRADA, VOLUMEN XI: Historia Antigua, SALVAT EDITORES, México, 1993.

ANEXOS

Anexo 1

Cuadro A: Esquema de crecimiento normal de la flor rosa “Mohana”

ETAPA DE CRECIMIENTO	TIEMPO	INDICADOR DE CRECIMIENTO
Corte	0 días	corte de tallo
Yema inducida	10 - 12 días	hinchazón progresiva del área cortada del tallo
Brote de tallo A	15 días	brote de tallo en cara lateral del tallo cortado (apenas visible)
Brote de tallo B	30 días	brote de tallo en cara lateral del tallo cortado (2 -5 cm)
Brote de tallo C	45 días	brote de tallo en cara lateral del tallo cortado (10-15 cm)
Brote de tallo D	60 días	brote de tallo en cara lateral del tallo cortado (20-25 cm)
Punto "arroz"	70 días	formación de sépalo cerrado tamaño de grano de arroz
Punto "arveja"	74 días	formación de sépalo cerrado tamaño arveja
Punto "garbanzo"	76 días	sépalo cerrado tamaño garbanzo
Sépalo semiabierto	78 días	sépalo tamaño garbanzo semiabierto
Sépalo semiabierto 1 línea de color	80 días	sépalo tamaño garbanzo semiabierto con presencia de líneas de colores
Sépalo semiabierto 2-5 líneas de color	82 días	sépalo tamaño garbanzo semiabierto con presencia de líneas de colores
3-4 sépalos desprendidos	83 días	sépalos francamente desprendidos (abiertos)
1 pétalo semidesprendido	85 días	presencia de 1 pétalo semidesprendido dentro del sépalo abierto
2-3 pétalos semidesprendidos	88 días	presencia de 2 o tres pétalos semidesprendidos dentro del sépalo abierto
1 pétalo desprendido	93 días	presencia de 1 pétalo francamente desprendido dentro del sépalo abierto
2-3 pétalos desprendidos	94 días	presencia de 2 -3 pétalos francamente desprendidos dentro del sépalo abierto
Mayoría de pétalos desprendidos (lista para corte)	96 días	presencia de varios pétalos francamente desprendidos

Elaboración de tabla: autor

Nota: No existiendo un cuadro referencial teórico estándar de esta variedad específica de flor rosa se ha procedió a elaborar un cuadro a partir de los registros estadísticos que lleva el personal técnico de la florícola Texas Flowers.

Anexo 2

Registro comparativo fotográfico - descriptivo

Etapa primera: Las siguientes fotografías se tomaron 15 días después de realizado el corte, tiempo mínimo para poderse apreciar un crecimiento significativo en el brote del nuevo tallo, por lo que constituyen el primer período oficial para el registro estadístico de la experimentación.

CUADRO COMPARATIVO 3.1-A

CLAVE: *Ejemplo: M 1= muestra No. 1, T 1= testigo No. 1*

Foto 1- M 1

Foto 1-T 1



Fuente: autor

(Fecha: 15 de octubre, 15 días después corte)	
Muestra 1 (M 1) (afectada)	Testigo 1 (T 1) (no afectada)
Descripción: La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 20 mm de largo y 4 mm de ancho, color	Descripción: El testigo no tiene aún un brote de tallo formal, es decir, se halla en la etapa conocida como

verde claro, correspondiente a la etapa Brote de tallo B (ver anexo 1).	“yema inducida” (ver anexo 1)
<p>Análisis comparativo: La diferencia entre la muestra afectada y la no afectada (testigo) es de dos etapas. Mientras la primera se halla en la cuarta etapa de crecimiento la segunda se halla en la segunda (yema inducida). Cabe decir que la experimentación lleva apenas 15 días y sin embargo la muestra afectada tiene un crecimiento normalmente observado a los 30 días de crecimiento.</p>	

CUADRO COMPARATIVO 3.2-B

Foto 1-M 2

Foto 1-T 2



Fuente: autor

(Fecha: 15 de octubre, 15 días después de corte)	
Muestra 2 (M 2) (afectada)	Testigo 2 (T 2) (no afectada)
Descripción: La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 10	Descripción: El testigo no tiene aún un brote de tallo formal, es decir, se

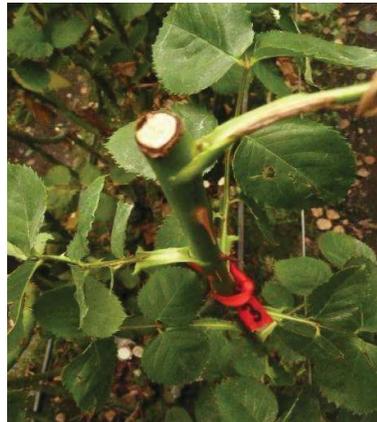
mm de largo y 4 mm de ancho, color verde claro, correspondiente a la etapa Brote de tallo A (ver anexo 1)	halla en la etapa conocida como “yema inducida” (ver anexo 1)
<p>Análisis comparativo: La diferencia entre la muestra afectada y la no afectada (testigo) es de una etapa. Mientras la primera se halla en tercera etapa de crecimiento la segunda se halla en la segunda (yema inducida). Cabe decir que la aplicación lleva apenas 15 días y sin embargo la muestra afectada tiene un crecimiento normalmente observado cerca de los 30 días de crecimiento.</p>	

CUADRO COMPARATIVO 3.3-C

Foto 1-M 3



Foto 1-T 3



Fuente: autor

(Fecha: 15 de octubre, 15 días después de corte)	
Muestra 3 (M 3) (afectada)	Testigo 3 (T 3) (no afectada)

<p>Descripción: La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 10 mm de largo y 4 mm de ancho, color verde claro, correspondiente a la etapa Brote de tallo A (ver anexo 1).</p>	<p>Descripción: El testigo no tiene aún un brote de tallo formal, es decir, se halla en la etapa conocida como “yema inducida” (ver anexo 1)</p>
<p>Análisis comparativo: La diferencia entre la muestra afectada y la no afectada (testigo) es de una etapa. Mientras la primera se halla en tercera etapa de crecimiento la segunda se halla en la segunda (yema inducida). Cabe decir que la aplicación lleva apenas 15 días y sin embargo la muestra afectada tiene un crecimiento normalmente observado cerca de los 30 días de crecimiento.</p>	

CUADRO COMPARATIVO 3.4-D

Foto 1-M 4



Foto 1-T 4



Fuente: autor

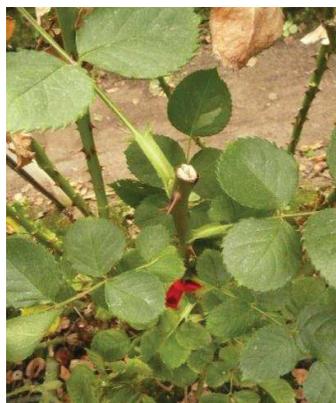
(Fecha: 15 de octubre, 15 días después de corte)	
Muestra 4 (M 4) (afectada)	Testigo 4 (T 4) (no afectada)
Descripción: La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 18 mm de largo y 4 mm de ancho, color verde claro, correspondiente a la etapa Brote de tallo A (ver anexo 1).	Descripción: El testigo no tiene aún un brote de tallo formal, es decir, se halla en la etapa conocida como “yema inducida” (ver anexo 1)
Análisis comparativo: La diferencia entre la muestra afectada y la no afectada (testigo) es de una etapa. Mientras la primera se halla en tercera etapa de crecimiento la segunda se halla en la segunda (yema inducida). Cabe decir que la aplicación lleva apenas 15 días y sin embargo la muestra afectada tiene un crecimiento normalmente observado cerca de los 30 días de crecimiento.	

CUADRO COMPARATIVO 3.5-E

Foto 1-M 5



Foto 1-T 5



Fuente: autor

(Fecha: 15 de octubre, 15 días después de corte)	
Muestra 5 (M 5) (afectada)	Testigo 5 (T 5) (no afectada)
Descripción: La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 22 mm de largo y 5 mm de ancho, color verde claro, correspondiente a la etapa Brote de tallo B (ver anexo 1).	Descripción: El testigo no tiene aún un brote de tallo formal, es decir, se halla en la etapa conocida como “yema inducida” (ver anexo 1)
Análisis comparativo: La diferencia entre la muestra afectada y la no afectada (testigo) es de dos etapas. Mientras la primera se halla en la cuarta etapa de crecimiento la segunda se halla en la segunda etapa (yema inducida). Cabe decir que la aplicación lleva apenas 15 días y sin embargo la muestra afectada tiene un crecimiento normalmente observado cerca de los 30 días de crecimiento.	

CUADRO COMPARATIVO 3.6-F

Foto 1-M 6



Foto 1-T 6



Fuente: autor

(Fecha: 15 de octubre, 15 días después de corte)	
Muestra 6 (M 6) (afectada)	Testigo 6 (T 6) (no afectada)
Descripción: La muestra no tiene aún brote de tallo formal, es decir, se encuentra en la etapa conocida como “yema inducida” (ver anexo 1)	Descripción: El testigo no tiene aún un brote de tallo formal, es decir, se halla en la etapa conocida como “yema inducida” (ver anexo 1)
Análisis comparativo: No hay diferencia entre la muestra afectada y la no afectada (testigo). Si bien es aún demasiado pronto para inferir una causa, es pertinente considerar que la muestra en cuestión es la que más alejada se halla del parlante que le corresponde (2.25 m)	

Etapa segunda: Las siguientes fotografías se tomaron 30 días después de realizado el corte.

CUADRO COMPARATIVO 3.7-A2

Foto 2-M 1

Foto 2-T 1



Fuente: autor

(Fecha: 30 de octubre, 30 días después del corte)	
Muestra 1 (M 1) (afectada)	Testigo 1 (T 1) (no afectada)
Descripción: La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 8 cm de largo y 1.2 cm de ancho, color verde claro con coloraciones rojas correspondiente a una etapa intermedia entre la etapa Brote de tallo B y brote de tallo C (ver anexo 1).	Descripción: La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 7.1 cm de largo y 9 mm de ancho, color verde claro con coloraciones rojas correspondiente a una etapa intermedia entre la etapa Brote de tallo B y brote de tallo (ver anexo 1)
Análisis comparativo: En relación con el primer registro de estas dos flores,	

ha habido un repunte en el ritmo y magnitud de crecimiento de la muestra no afectada, sin embargo la afectada presenta aún mayores dimensiones que la que sirve como testigo.

CUADRO COMPARATIVO 3.8- B2

Foto 2-M 2



Foto 2-T 2



Fuente: autor

(Fecha: 30 de octubre, 30 días después del corte)	
Muestra 2 (M 2) (afectada)	Testigo 2 (T 2) (no afectada)
Descripción: La muestra presenta brote de aproximadamente 6 cm de largo y 7 mm de ancho, color verde claro correspondiente a una etapa intermedia entre la etapa Brote de tallo B y Brote de tallo C (ver anexo 1)	Descripción: El testigo no tiene aún un brote de tallo formal, es decir, se halla en la etapa conocida como “yema inducida” (ver anexo 1)

Análisis comparativo: La diferencia es absoluta en el sentido de que la muestra no afectada no presenta avance en el desarrollo. Dado el tiempo transcurrido, es posible que la muestra que sirve como testigo haya caído en lo que el personal técnico de la plantación florícola denomina “yema dormida”, un estado de desarrollo suspendido de la planta que a veces resulta ser definitivo. Se esperará a la tercera etapa de registro (45 días) para observar algún cambio positivo en la planta testigo.

CUADRO COMPARATIVO 3.9-C.2

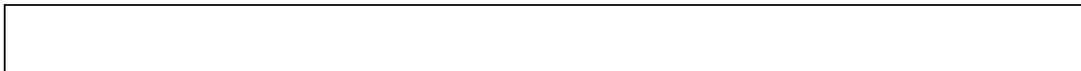
Foto 2-M 3



Foto 2-T 3



Fuente: autor



(Fecha: 30 de octubre, 30 días después del corte)	
Muestra 3 (M 3) (afectada)	Testigo 3 (T 3) (no afectada)
<p>Descripción: La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 8 cm de largo y 1.2 cm de ancho, color verde claro con abundante coloración rojiza, lo cual rojas corresponde a una etapa intermedia entre la etapa Brote de tallo B y Brote de tallo C (ver anexo 1).</p>	<p>Descripción: La muestra no afectada presenta brote de tallo de aproximadamente 2,5 cm de largo y 6 mm de ancho, color verde claro, lo cual corresponde a la etapa Brote de tallo B (ver anexo 1)</p>
<p>Análisis comparativo: Se aprecia una diferencia significativa de 5.5 cm en el largo y 6 milímetros en el ancho. La coloración rojiza es abundante en la muestra afectada mientras que en el testigo no existe aún coloración</p>	

CUADRO COMPARATIVO 3.10-D2

Foto 2-M 4

Foto 2-T 4



Fuente: autor

(Fecha: 30 de octubre, 30 días después del corte)	
Muestra 4 (M 4) (afectada)	Testigo 4 (T 4) (no afectada)
<p>Descripción: La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 10.5 cm de largo y 1 cm de ancho, color verde claro con abundante coloración rojiza, lo cual rojas corresponde a una etapa intermedia entre la etapa Brote de tallo B y Brote de tallo C (ver anexo 1).</p>	<p>Descripción: Se aprecia un brote de tallo en la muestra no afectada, aproximadamente de 2 a 3 milímetros de largo por 2 de ancho, coloración verde claro, correspondiente a la etapa Brote de tallo A (apenas visible).</p>
<p>Análisis comparativo: La diferencia es absolutamente significativa: 10.2 centímetros de largo y 8 milímetros de ancho. La presencia de coloración</p>	

abundante en la muestra afectada, mientras que la que funge como testigo no la tiene en absoluto es un indicador positivo para efectos de confirmación de la hipótesis de la investigación.

CUADRO COMPARATIVO 3.11-E2

Foto 2-M 5

Foto 2-T 5



Fuente: autor

(Fecha: 30 de octubre, 30 días después del corte)	
Muestra 5 (M 5) (afectada)	Testigo 5 (T 5) (no afectada)
Descripción: La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 9 cm de largo y 1 cm de ancho, color verde claro con ligera coloración rojiza, lo cual rojas corresponde a una etapa intermedia entre la etapa Brote	Descripción: Se aprecia un brote de tallo en la muestra no afectada, aproximadamente de 2 milímetros de largo por 2 de ancho, coloración verde claro, correspondiente a la etapa Brote de tallo A (apenas visible).

de tallo B y Brote de tallo C (ver anexo 1).	
Análisis comparativo: Igual que en el caso anterior, la diferencia es absolutamente significativa: 8.2 centímetros de largo y 8 milímetros de ancho.	

CUADRO COMPARATIVO 3.12-F2

Foto 2-M 6

Foto 2-T 7



Fuente: autor

(Fecha: 30 de octubre, 30 días después del corte)	
Muestra 6 (M 6) (afectada)	Testigo 7 (T 7) (no afectada)
Descripción La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 2.5 cm de largo y 5 mm de ancho, color verde claro con coloración rojiza apenas perceptible, lo cual rojas	Descripción: La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 2 cm de largo y 5 mm de ancho, color verde claro, lo cual rojas corresponde a la etapa Brote de tallo B (ver anexo

corresponde a la etapa Brote de tallo B (ver anexo 1).	1).
Análisis comparativo: Si bien existe diferencia, ésta es mínima, tanto respecto del tamaño (apenas 5 milímetros de diferencia) como de la coloración.	

Etapa tercera: Las fotografías a continuación se tomaron 45 días después de realizado el corte.

CUADRO COMPARATIVO 3.13-A3

Foto 3-M 1

Foto 3-T 1



Fuente: autor

(Fecha: 15 de noviembre, 45 días después del corte)	
Muestra 1 (M 1) (afectada)	Testigo 1 (T1) (no afectada)
Descripción La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 24.3 cm de largo y 8 mm de ancho, color rojizo, lo cual corresponde a la etapa Brote de tallo D (ver anexo 1).	Descripción: La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 22.5 cm de largo y 8 mm de ancho, color rojizo, lo cual corresponde a la etapa Brote de tallo D (ver anexo 1).
Análisis comparativo: Existe una diferencia de 1.8 cm en el largo, no hay más diferencias.	

CUADRO COMPARATIVO 3.14-B3

Foto 3 M 2

Foto 3 T 2



Fuente: autor

(Fecha: 15 de noviembre, 45 días después del corte)	
Muestra 2 (M 2) (afectada)	Testigo 2 (T2) (no afectada)
Descripción La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 15.8 cm de largo y 7 mm de ancho, coloración rojiza en tallo y hojas, lo cual corresponde a la etapa Brote de tallo C (ver anexo 1).	Descripción: La muestra afectada se encuentra aún en etapa de yema dormida (ver anexo 1).
Análisis comparativo: No es posible realizar comparación porque la flor rosa testigo se encuentra aún en estado de yema dormida.	

CUADRO COMPARATIVO 3.15-C3

Foto 3 M 3

Foto 3 T 3



Fuente: autor

(Fecha: 15 de noviembre, 45 días después del corte)	
Muestra 3 (M3) (afectada)	Testigo 3 (T3) (no afectada)
<p>Descripción La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 21.6 cm de largo y 7 mm de ancho, coloración rojiza en tallo, hojas verde claro, lo cual corresponde a la etapa Brote de tallo D (ver anexo 1).</p>	<p>Descripción: La muestra afectada presenta un brote de tallo de aproximadamente 8.5 cm de alto y 4 mm de ancho, dimensiones que corresponden a una transición entre la etapa Brote de tallo B y C. Sus hojas son de color verde oscuro con presencia ligera de rojo (ver anexo 1).</p>
<p>Análisis comparativo: La diferencia es amplia (hasta el registro anterior, el testigo seguía en etapa de yema dormida).</p>	

CUADRO COMPARATIVO 3.16-D3

Foto 3 M 4

Foto 3 T 4



Fuente: autor

(Fecha: 15 de noviembre, 45 días después del corte)	
Muestra 4 (M4) (afectada)	Testigo 4 (T4) (no afectada)
<p>Descripción La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 36.2 cm de largo y 8 mm de ancho, coloración rojiza en tallo, hojas verde claro con ligeras coloraciones rojas, lo cual corresponde a la etapa Brote de tallo D (ver anexo 1).</p>	<p>Descripción: La muestra afectada se encuentra aún en etapa de yema dormida (ver anexo 1)</p>
<p>Análisis comparativo: No es posible realizar comparación porque la flor rosa testigo se encuentra aún en estado de yema dormida.</p>	

CUADRO COMPARATIVO 3.17-E3

Foto 3 M 5



Foto 3 T 5



Fuente: autor

(Fecha: 15 de noviembre, 45 días después del corte)	
Muestra 5 (M5) (afectada)	Testigo 5 (T5) (no afectada)
Descripción La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 19.6 cm de largo y 6 mm de ancho, coloración rojiza en tallo, hojas verde claro, lo cual corresponde a una etapa intermedia entre C y D (ver anexo 1).	Descripción: La muestra afectada se encuentra aún en etapa de yema dormida (ver anexo 1).
Análisis comparativo: No es posible realizar comparación porque la flor rosa testigo se encuentra aún en estado de yema dormida.	

CUADRO COMPARATIVO 3.18-F3

Foto 3 M 6



Foto 3 T 6



Fuente: autor

(Fecha: 15 de noviembre, 45 días después del corte)	
Muestra 6 (M6) (afectada)	Testigo 7 (T7) (no afectada)
<p>Descripción La muestra presenta brote de tallo de aproximadamente 6.7 cm de largo y 4 mm de ancho, coloración rojiza de tonalidad oscura en tallo, hojas verde oscuro, lo cual corresponde a una etapa intermedia entre B y C (ver anexo 1).</p>	<p>Descripción: La muestra afectada presenta un brote de tallo de aproximadamente 13 cm de alto y 5 mm de ancho, dimensiones que corresponden a la etapa brote de tallo C. Sus hojas son de color verde claro con presencia ligera de rojo, su tallo es rojizo (ver anexo 1)</p>
<p>Análisis comparativo: Existe una diferencia de 6.3 cm de largo y 1 milímetro de ancho a favor del testigo.</p>	

Etapa cuarta: Las siguientes fotografías se tomaron 60 días después de realizado el corte.

CUADRO COMPARATIVO 3.19-A4

Foto 4-M 1

Foto 4- M 1 (Botón)



Fuente: autor

Foto 4-T 1

Foto 4- T 1 (Botón)



Fuente: autor

(Fecha: 30 de noviembre, 60 días)	
Muestra 1 (M 1) (afectada)	Testigo 1 (T 1) (no afectada)
Descripción: Punto arveja, alto de tallo 54,2 cm, ancho del tallo 8 mm, diámetro del botón 1 cm, tallo rojizo, hojas verde claro, rojo ligero	Descripción: Punto arveja, alto de tallo 39,2 cm, ancho del tallo 8 mm, diámetro del botón 7 mm, tallo rojizo, hojas verde claro, rojo ligero
Análisis comparativo: existe una diferencia a favor de 15 cm en el largo del tallo mientras que en el ancho ambos tallos se muestran igual. Hay un delta crecimiento de 3 mm a favor en el caso del sépalo de la muestra. Coloración similar.	

CUADRO COMPARATIVO 3.20-B4

Foto 4 M 2



Botón – M 2



Fuente: autor

Foto 4 T 2



Fuente: autor

(Fecha: 30 de noviembre, 60 días)	
Muestra 2 (M 2) (afectada)	Testigo 2 (T 2) (no afectada)
Descripción: Punto arroz, 32,6 cm de alto, 7 mm de ancho de tallo, hojas verdes claras y contornos rojos, tallo rojizo	Descripción: Yema dormida
Análisis comparativo: sigue sin haber posibilidad de comparación debido a que el testigo sigue en estado de yema dormida.	

CUADRO COMPARATIVO 3.21-C4

Foto 4 M 3



Botón – M 3



Fuente: autor

Foto 4 T 3



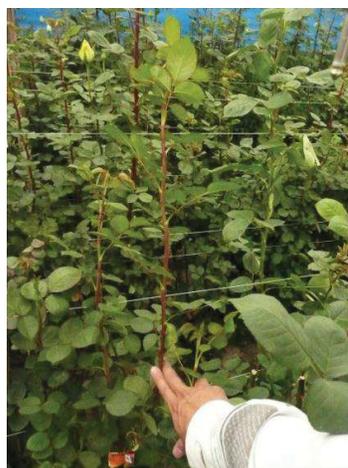
Fuente: autor

(Fecha: 30 de noviembre, 60 días)	
Muestra 3 (M 3) (afectada)	Testigo 3 (T 3) (no afectada)
Descripción: Punto arveja, 54 cm de alto, 8 mm de ancho de tallo, diámetro	Descripción: 22 cm de alto, 5 mm de ancho de tallo, tallo verde, hojas

del botón 6 mm, tallo rojizo hojas verdes oscuras, ligera presencia rojo.	verdes oscuras, ligera presencia rojo.
verdes claras poca presencia de rojo.	
<p>Análisis comparativo: Análisis comparativo: existe una diferencia a favor de 32 cm en el largo del tallo de la muestra mientras que en el ancho de tallo la diferencia a favor de la muestra es de 3 mm. No es posible realizar una comparación del sépalo pues la flor rosa testigo no ha llegado a esta etapa.</p>	

CUADRO COMPARATIVO 3.22-D4

Foto 4 M 4



Botón – M 4



Fuente: autor

Foto 4 T 4



Fuente: autor

(Fecha: 30 de noviembre, 60 días)	
Muestra 4 (M 4) (afectada)	Testigo 4 (T 4) (no afectada)
Descripción: Punto arveja, 68,5 cm de alto, 8 mm de ancho de tallo, diámetro de botón 11 mm, tallo rojo, hojas en su mayoría verdes muy poca coloración roja.	Descripción: Brote de tallo 2,8 cm, ancho 4 mm.
Análisis comparativo: existe una diferencia a favor de 35.7 cm en el largo del tallo de la muestra mientras que en el ancho de tallo la diferencia a favor de la muestra es de 4 mm. No es posible realizar una comparación del sépalo pues la flor rosa testigo no ha llegado a esta etapa	

CUADRO COMPARATIVO 3.23-E4

Foto 4 M 5

Botón – M 5



Fuente: autor

Foto 4 T 5



Fuente: autor

(Fecha: 30 de noviembre, 60 días)	
Muestra 5 (M 5) (afectada)	Testigo 5 (T 5) (no afectada)

<p>Descripción: Punto arveja, 47 cm de alto, 6 mm de ancho de tallo, diámetro de botón 8 mm, hojas verde claro, tallo rojizo y verde.</p>	<p>Descripción: Brote de tallo de 2,5 cm, 3 mm de ancho. Verde claro.</p>
<p>Análisis comparativo: existe una diferencia a favor de 44.5 cm en el largo del tallo de la muestra mientras que en el ancho de tallo la diferencia a favor de la muestra es de 3 mm. No es posible realizar una comparación del sépalo pues la flor rosa testigo no ha llegado a esta etapa</p>	

CUADRO COMPARATIVO 3.24-F4

Foto 3 M 6



Fuente: autor

Foto 3 T 6

Botón – T 6



Fuente: autor

(Fecha: 30 de noviembre, 60 días)	
Muestra 6 (M 6) (afectada)	Testigo 6 (T 6) (no afectada)
Descripción: Brote ciego (no va a crecer un botón) 15 cm de alto, 4 mm ancho, hojas verde oscuro, tallo verde.	Descripción: Punto arroz, 35,5 cm de alto, 9 mm de ancho del tallo, tallo rojizo, hojas verdes claras y rojas.
Análisis comparativo: no es posible realizar una comparación debido a que la flor rosa muestra se encuentra en estado de brote ciego.	

Etapa cuarta: Las siguientes fotografías se tomaron 75 días después de realizado el corte.

CUADRO COMPARATIVO 3.25-A5

Foto 5-M 1



Botón – M 1



Fuente: autor

Foto 5-T 1



Botón – T 1



Fuente: autor

(Fecha: 15 de diciembre, 75 días)	
Muestra 1 (M 1) (afectada)	Testigo 1 (T 1) (no afectada)
Descripción: sépalo semi desprendido, alto 63 cm, ancho del tallo 8 mm, diámetro del botón 2 cm, tallo rojizo, hojas verde claro, rojo ligero	Descripción: sépalo semi desprendido, alto 49 cm, ancho del tallo 8 mm, diámetro del botón 1,5 cm, tallo rojizo, hojas verde claro, rojo ligero
Análisis comparativo: existe una diferencia a favor de 14 cm en el largo del tallo de la muestra, mientras que sus anchos son iguales. Existe una diferencia a favor de 5 mm en el diámetro transversal del botón en el caso de la muestra. No se han mesurado aún diámetros longitudinales.	

CUADRO COMPARATIVO 3.26-B5

Foto 5 M 2



Botón – M 2



Fuente: autor

Foto 5 T 2



Fuente: autor

(Fecha: 15 de diciembre, 75 días)	
Muestra 2 (M 2) (afectada)	Testigo 2 (T 2) (no afectada)
Descripción: Punto arveja, 46 cm de alto, 7 mm de ancho de tallo, diámetro transversal botón 1,1 cm hojas verdes claras y contornos rojos, tallo rojizo	Descripción: brote de tallo 4,5 cm.
Análisis comparativo: existe una diferencia a favor de 41.5 cm en el largo del tallo de la muestra, pero no se puede hacer ningún otro tipo de comparación pues el testigo se encuentra en estado de brote de tallo.	

CUADRO COMPARATIVO 3.27-C5

Foto 5 M 3



Botón – M 3



Fuente: autor

Foto 5 T 3



Fuente: autor

(Fecha: 15 de diciembre, 75 días)	
Muestra 3 (M 3) (afectada)	Testigo 3 (T 3) (no afectada)
Descripción: dos líneas de color, 63 cm de alto, 8 mm de ancho de tallo, diámetro transversal del botón 1,8 cm,	Descripción: Punto arroz, 31 cm de alto de tallo, 6 mm de ancho de tallo, tallo verde, hojas verdes oscuras,

tallo rojizo hojas verdes claras poca presencia de rojo.	ligera presencia rojo.
Análisis comparativo: existe una diferencia a favor de 32 cm en el largo del tallo de la muestra, y una diferencia de 2 mm a favor de la muestra en el ancho del tallo. No se puede hacer una comparación de sépalos pues el testigo se encuentra aún en etapa de punto arroz. No se han mesurado aún diámetros longitudinales.	

CUADRO COMPARATIVO 3.28-D5

Foto 5 M 4



Botón – M 4



Fuente: autor

Foto 5 T 4



Fuente: autor

(Fecha: 15 de diciembre, 75 días)	
Muestra 4 (M 4) (afectada)	Testigo 4 (T 4) (no afectada)
Descripción: sépalo desprendido, 77 cm de alto, 8 mm de ancho de tallo, diámetro de botón 2,1 cm, tallo rojo, hojas en su mayoría verdes muy poca coloración roja.	Descripción: Brote de tallo 6 cm, ancho 4 mm.
Análisis comparativo: existe una diferencia a favor de 71 cm en el largo del tallo de la muestra, y una diferencia de 4 mm a favor de la muestra en el ancho del tallo. No se puede hacer una comparación de sépalos pues el testigo se encuentra aún en etapa de brote de tallo. No se han mesurado aún diámetros longitudinales.	

CUADRO COMPARATIVO 3.29-E5

Foto 5 M 5



Botón – M 5



Fuente: autor

Foto 5 T 5



Fuente: autor

(Fecha: 15 de diciembre, 75 días)	
Muestra 5 (M 5) (afectada)	Testigo 5 (T 5) (no afectada)

<p>Descripción: sépalo semi desprendido, 58 cm de alto, 6 mm de ancho de tallo, diámetro de botón 1,9 cm, hojas verde claro, tallo rojizo y verde.</p>	<p>Descripción: Brote de tallo de 3 cm, 3 mm de ancho. Verde claro.</p>
<p>Análisis comparativo: existe una diferencia a favor de 55 cm en el largo del tallo de la muestra, y una diferencia de 3 mm a favor de la muestra en el ancho del tallo. No se puede hacer una comparación de sépalos pues el testigo se encuentra aún en etapa de brote de tallo. No se han mesurado aún diámetros longitudinales.</p>	

Foto 5 M 6



Fuente: autor

CUADRO COMPARATIVO 3.30-F5

Foto 5 T 6



Botón – T 6



Fuente: autor

(Fecha: 75 DIAS)	
Muestra 6 (M 6) (afectada)	Testigo 6 (T 6) (no afectada)
Descripción: Brote ciego (no va a crecer un botón) 18 cm de alto, 4 mm ancho, hojas verde oscuro, tallo verde.	Descripción: Punto arveja, 73 cm de alto, 9 mm de ancho del tallo, tallo rojizo, hojas verdes claras y rojas.
Análisis comparativo: no es posible realizar una comparación debido a que la flor rosa muestra se encuentra en estado de brote ciego.	

Etapa quinta: Las siguientes fotografías se tomaron 90 días después de realizado el corte, y ya se miden en esta etapa los diámetros longitudinales del botón de la flor (sépalos).

CUADRO COMPARATIVO 3.31-A6

Foto 6-M 1

Botón – M 1



Fuente: autor

Foto 6-T 1

Botón – T 1



Fuente: autor

(Fecha: 90 DIAS)	
Muestra 1 (M 1) (afectada)	Testigo 1 (T 1) (no afectada)
Descripción: 4 pétalos desprendidos, alto 65 cm, ancho del tallo 8 mm, diámetro transversal del botón 3,8 cm, diámetro longitudinal del botón 6,5 cm, tallo rojizo, hojas verde claro, rojo ligero	Descripción: 1 pétalo semi desprendido, alto 49,8 cm, ancho del tallo 8 mm, diámetro transversal del botón 2,5 cm, diámetro longitudinal del botón 3,5, tallo rojizo, hojas verde claro, rojo ligero
Análisis comparativo: existe una diferencia de 15.2 cm a favor de la muestra en lo que respecta al largo del tallo, mientras que los anchos de tallo son iguales. Existe una diferencia de 1.3 cm a favor de la muestra en el diámetro transversal del botón y de 3 cm en el longitudinal. Además, hay una diferencia a favor de 4 pétalos desprendidos para la muestra.	

CUADRO COMPARATIVO 3.32-B6

Foto 6 M 2

Botón – M 2



Fuente: autor

Foto 6 T 2



Fuente: autor

(Fecha: 90 DIAS)	
Muestra 2 (M 2) (afectada)	Testigo 2 (T 2) (no afectada)
Descripción: 3 sépalos desprendidos, 48 cm de alto, 7 mm de ancho de tallo, diámetro botón 2 cm, largo del botón 3 cm, hojas verdes claras y contornos rojos, tallo rojizo	Descripción: brote de tallo ciego de 5 cm
Análisis comparativo: No es posible realizar una comparación debido a que el testigo se encuentra en estado de brote de tallo ciego.	

CUADRO COMPARATIVO 3.33-C6

Foto 6 M 3

Botón – M 3



Fuente: autor

Foto 6 T 3

Botón – T 3



Fuente: autor

(Fecha: 90 DIAS)	
Muestra 3 (M 3) (afectada)	Testigo 3 (T 3) (no afectada)
Descripción: 2 pétalos desprendidos,	Descripción: Punto garbanzo, 62 cm

64 cm de alto, 8 mm de ancho de tallo, diámetro del botón 3,2 cm, largo de botón de 5 cm, tallo rojizo hojas verdes claras poca presencia de rojo.	de alto de tallo, 7 mm de ancho de tallo, ancho de botón 1 cm, tallo verde, hojas verdes oscuras, ligera presencia rojo.
--	--

Análisis comparativo: existe una diferencia de 2 cm a favor de la muestra en lo que respecta al largo del tallo y de 1 mm en el ancho. Existe una diferencia de 2.2 cm a favor de la muestra en el diámetro transversal del botón. Además, hay una diferencia a favor de 2 pétalos desprendidos para la muestra.

CUADRO COMPARATIVO 3.34-D6

Foto 6 M 4



Botón – M 4



Fuente: autor

Foto 6 T 4



Fuente: autor

(Fecha: 90 DIAS)	
Muestra 4 (M 4) (afectada)	Testigo 4 (T 4) (no afectada)
<p>Descripción: 4 pétalos desprendidos, 80 cm de alto, 8 mm de ancho de tallo, diámetro de botón 4 cm, largo de botón 6 cm, tallo rojizo, hojas en su mayoría verdes muy poca coloración roja.</p>	<p>Descripción: Brote de tallo ciego 6 cm, ancho 5 mm. Según personal de la finca este tallo provenía de un buen piso o basal (saliente desde la tierra y parte anterior al corte de donde salen los brotes) también el corte había sido bueno (buena técnica para cortar) sin embargo quedo ciego.</p>
<p>Análisis comparativo: no es posible realizar un análisis comparativo debido a que el testigo se encuentra en estado de brote ciego.</p>	

CUADRO COMPARATIVO 3.35-E6

Foto 6 M 5



Botón – M 5



Fuente: autor

Foto 6 T 5



Fuente: autor

(Fecha: 90 DIAS)	
Muestra 5 (M 5) (afectada)	Testigo 5 (T 5) (no afectada)
Descripción: 3 pétalos desprendidos, 59 cm de alto, 7 mm de ancho de	Descripción: Brote de tallo ciego de 3,5 cm, 3 mm de ancho. Verde claro.

<p>tallo, diámetro de botón 3,5 cm, largo de botón 6 cm, hojas verde claro, tallo rojizo y verde. El tallo se encuentra torcido a lo que llaman “cuello de ganso” por lo que no es un buen producto.</p>	
<p>Análisis comparativo: no es posible realizar un análisis comparativo debido a que el testigo se encuentra en estado de brote ciego.</p>	

CUADRO COMPARATIVO 3.36-F6

Foto 6 M 6



Botón M 6



Fuente: autor

Foto 6 T 6



Botón – T 6



Fuente: autor

(Fecha: 90 DIAS)	
Muestra 6 (M 6) (afectada)	Testigo 6 (T 6) (no afectada)
Descripción: Punto arroz, 23 cm de alto de tallo, 4 mm de ancho de tallo. Esta muestra se mostraba ciega a los 75 días, sin embargo a los 90 días pasó a punto arroz; esta muestra se descartaría como buena producción debido al largo del tallo con respecto al punto en que se encuentra, hojas verde oscuro, tallo verde.	Descripción: 1 sépalo semi desprendido, 75 cm de alto de tallo, 9 mm de ancho del tallo, ancho de botón de 2,3 cm, largo de botón de 3,5 cm, tallo rojizo, hojas verdes claras y rojas.
Análisis comparativo: es interesante notar que, si bien los atributos de la flor de muestra no la califican para el mercado nacional o internacional, ésta pasó de brote ciega a punto arroz, lo cual nunca sucede. Sin embargo, no es posible establecer una comparación.	

Eta **pa** **se** **xta**: las siguientes fotos fueron tomadas entre los 95 y 100 días a partir de la fecha de corte. A partir de este punto no es posible realizar un cuadro comparativo debido a la irregularidad en la floración de muestras y testigos y porque ya no hubo variaciones en ninguna de las dimensiones de ningún atributo en muestras o testigos, por lo que el autor se ha limitado a registrar los datos a medida que se iban suscitando los eventos.

CUADRO COMPARATIVO 3.37-A7

Foto 7 Muestra 1



Fuente: autor

(Fecha: 95 DIAS)	
Muestra 1 (M) (afectada)	
Descripción: largo de tallo 65 cm, ancho de tallo 8 mm, diámetro transversal de botón 6 cm, diámetro longitudinal de botón 7 cm. Floración completa.	
Análisis comparativo: Floración completa de muestra, no es posible la	

comparación.

CUADRO COMPARATIVO 3.38-C7

Foto 7 Muestra 3



Fuente: autor

(Fecha: 99 DIAS)	
Muestra 3 (M) (afectada)	
Descripción: largo de tallo 66 cm, ancho de tallo 8 mm, diámetro transversal de botón 5,5 cm, diámetro longitudinal de botón 7 cm. Floración completa.	
Análisis comparativo: Floración completa de muestra, no es posible la comparación.	

CUADRO COMPARATIVO 3.39-D7

Foto 7 Muestra 4



Fuente: autor

(Fecha: 95 DIAS)	
Muestra 4 (M) (afectada)	
Descripción: largo de tallo 80 cm, ancho de tallo 8 mm, diámetro transversal de botón 5.5 cm, diámetro longitudinal de botón 7 cm.	
Análisis comparativo: Floración completa, no es posible la comparación.	

CUADRO COMPARATIVO 3.40-E7

Foto 7 Muestra 5



Fuente: autor

CUADRO COMPARATIVO E7 (Fecha: 95 DIAS)	
Muestra 5 (M) (afectada)	
Descripción: largo de tallo 60 cm, ancho de tallo 6 mm, diámetro transversal de botón 5 cm, diámetro longitudinal de botón 7 cm.	
Análisis comparativo: Floración completa, no es posible la comparación.	

Etapa séptima: las siguientes fotos fueron tomadas a los 105 días de corte. No es posible realizar un cuadro comparativo debido a la irregularidad en la floración de muestras y testigos y porque ya no hubo variaciones en ninguna de las dimensiones de ningún atributo en muestras o testigos, por lo que el autor se ha limitado a registrar los datos a medida que se iban suscitando los eventos.

CUADRO COMPARATIVO 3.41-A8

Foto 7-T 1

Botón – T 1



Fuente: autor

(Fecha: 105 DIAS)	
	Testigo 1 (T) (no afectada)
	Descripción: 4 pétalos desprendidos, alto 51,5 cm, ancho del tallo 6 mm, diámetro del botón 4,2 cm, largo del botón 5,3, tallo rojizo, hojas verde claro, rojo ligero
Análisis comparativo: Floración completa de la muestra, no es posible la	

comparación.

CUADRO COMPARATIVO 3.42-B8

Foto 7 M 2



Botón – M 2



Fuente: autor

Foto 7 T 2



Fuente: autor

(Fecha: 105 DIAS)	
Muestra 2 (M 2) (afectada)	Testigo 2 (T 2) (no afectada)

Descripción: 3 pétalos desprendidos, 53 cm de alto, 7 mm de ancho de tallo, diámetro botón 3 cm, largo del botón 5,8 cm, hojas verdes claras y contornos rojos, tallo rojizo.	Descripción: brote de tallo ciego de 5 cm
Análisis comparativo: muestra en estado de floración completa, no es posible la comparación.	

CUADRO COMPARATIVO 3.43- C8

Foto 7 T 3

Botón – T 3



Fuente: autor

(Fecha: 105 DIAS)	
Muestra 3 (M 3) (afectada)	Testigo 3 (T 3) (no afectada)
Descripción: Ciclo terminado el día 99	Descripción: 1 sépalo desprendido, 73 cm de alto de tallo, 7 mm de ancho de tallo, ancho de botón 2,1 cm, largo de botón 3,2 cm, tallo verde, hojas verdes oscuras
Análisis comparativo: No hay parámetros a comparar.	

CUADRO COMPARATIVO 3.44-D8

Foto 7 T 4



Fuente: autor

(Fecha: 105 DIAS)	
Muestra 4 (M 4) (afectada)	Testigo 4 (T 4) (no afectada)
Descripción: Ciclo terminado el día 95	Descripción: Brote de tallo ciego
Análisis comparativo: No es posible la comparación.	

CUADRO COMPARATIVO 3.45- E8

Foto 7 T 5



Fuente: autor

(Fecha: 105 DIAS)	
Muestra 5 (M 5) (afectada)	Testigo 5 (T 5) (no afectada)
Descripción: Ciclo terminado el día 95	Descripción: Brote de tallo ciego de 4,2 cm, 5 mm de ancho. Verde claro.
Análisis comparativo: No es posible la comparación.	

CUADRO COMPARATIVO 3.46-F8

Foto 7 M 6



Botón M 6



Fuente: autor

Foto 7 T 6



Botón - T 6



Fuente: autor

(Fecha: 105 DIAS)	
Muestra 6 (M 6) (afectada)	Testigo 6 (T 6) (no afectada)
Descripción: Punto garbanzo, 39,5 cm de alto de tallo, 4 mm de ancho de tallo, 2,5 cm de largo de botón, 1,2 cm de ancho de botón. El tallo esta creciendo curvado.	Descripción: 3 pétalos desprendidos, 79 cm de alto de tallo, 9 mm de ancho del tallo, ancho de botón de 4 cm, largo de botón de 6 cm, tallo rojizo, hojas verdes claras y rojas.
Análisis comparativo: Hay una diferencia a favor del testigo 39, 5 cm en el largo del tallo y de 9 mm en el ancho. También hay una diferencia de 2.8 cm en el ancho del botón y 1.5 en su ancho. La flor rosa de muestra permaneció en estado de yema dormida demasiado tiempo y su talo es my corto, por lo que fue descartada.	

