

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



CENTRO DE POSTGRADOS

**MAESTRÍA EN AGRONOMÍA MENCIÓN SISTEMAS
AGROPECUARIOS**

**PROYECTO DE INNOVACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN AGRONOMÍA**

**EFEECTO DE FITOHORMONAS COMERCIALES EN LA
OBTENCIÓN DE PLÁNTULAS DE *Vanilla* spp. EN EL
ECOSISTEMA PUYO-PASTAZA DE LA AMAZONÍA
ECUATORIANA**

AUTORA: SANDRA MARGOTH ZÚNIGA FLORES

DIRECTORA: Ing. SANDRA SORIA, MSc.

PUYO-ECUADOR

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Yo, Sandra Margoth Zúñiga Flores con cédula de identidad 1600197469, declaro ante las autoridades educativas de la Universidad Estatal Amazónica, que el contenido del Proyecto de Innovación titulado: “EFECTO DE FITOHORMONAS COMERCIALES EN LA OBTENCIÓN DE PLÁNTULAS DE *Vanilla* spp. EN EL ECOSISTEMA PUYO-PASTAZA DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA”, es absolutamente original, auténtico y personal.

En tal virtud y según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de Innovación y Desarrollo son de exclusiva responsabilidad del autor; y que los resultados expuestos pertenecen a la Universidad Estatal Amazónica.

Sandra Margoth Zúñiga Flores

C.I. 1600197469

AUTOR



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

Centro de Postgrados

AVAL

Quien suscribe Sandra Soria, Director del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Innovación titulado: **“EFECTO DE FITOHORMONAS COMERCIALES EN LA OBTENCIÓN DE PLÁNTULAS DE *Vanilla* spp. EN EL ECOSISTEMA PUYO-PASTAZA DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA”**, a cargo de Sandra Margoth Zúñiga Flores egresado de la primera cohorte de la Maestría en Agronomía Mención Sistemas Agropecuario de la Universidad Estatal Amazónica.

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de Innovación, considero que cumple los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución por lo que se encuentra listo para ser sustentado.

Por lo antes expuesto se avala el Proyecto de innovación para que sea presentado ante la Dirección de Postgrado como forma de titulación de la Maestría en Agronomía Mención Sistemas Agropecuarios, y que dicha petición considere el mismo a fin de que tramité lo que corresponda.

Para que a si conste, firmo la presente a los 18 días del mes de junio de 2019.

Atentamente,

Ing. SANDRA SORIA, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO CERTIFICA QUE:**

El presente trabajo: “**EFECTO DE FITOHORMONAS COMERCIALES EN LA OBTENCIÓN DE PLÁNTULAS DE *Vanilla* spp. EN EL ECOSISTEMA PUYO-PASTAZA DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA**”, bajo la responsabilidad de la egresada Sandra Margoth Zúñiga Flores, ha sido meticulosamente revisada, autorizando su presentación:

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

.....

Dr. C. Reinaldo Alemán, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

Dr. C. Javier Domínguez, PhD
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

Dr. C. Yoel Rodríguez, PhD
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios por el regalo de la vida por su infinito amor y todas sus bendiciones

Quiero expresar mi gratitud a la Universidad Estatal Amazónica, sus autoridades y profesores por sus enseñanzas, dedicación, apoyo para día a día crecer como persona y profesional.

Mi reconocimiento por sus valiosos conocimientos y mi eterna gratitud a mis asesores Ingenieros Sandra Soria, Reinaldo Alemán, Javier Domínguez y Yoel Rodríguez.

A mi esposo Wilfrido por el apoyo incondicional, en este proceso, quien con su conocimiento y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo

DEDICATORIA

Con todo cariño para mi esposo Wilfrido por siempre impulsarme, a mis hijos Andrés Felipe, Israel Francisco y Kevin Ronaldo por ser mi fortaleza, a mi adorada nietita Kinty, a mi querida madre Doloritas por sus bendiciones.

SANDRA

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVE

El ensayo se desarrolló entre julio 2018 y enero 2019, permitió evaluar el enraizamiento de esquejes silvestres de tres especies de *Vanilla* con la aplicación de fitohormonas comerciales en el ecosistema Puyo-Pastaza de la Amazonia ecuatoriana. Se emplearon esquejes internodales o nodales de 80 cm de largo, con 6 a 8 nudos y un cm de diámetro, cortados de ramas completas. La aplicación de fitohormonas exógenas para la bioestimulación de raíces, emisión de yemas y hojas en esquejes silvestres de *V. pompona*, *V. cribbiana* y *Vanilla* sp., mostró diferencia estadística en el factor variedades, más no para fitohormonas ni para la interacción variedades x fitohormonas en relación al efecto fisiológico de fitohormonas. Los esquejes de *Vanilla* sp. tuvieron mayor porcentaje de enraizamiento, emisión de yemas, hojas y número de raíces; en cambio *V. cribbiana* se destacó en número de raíces por nodo, por el contrario *V. pompona* en longitud de raíces siendo la más tardía en emitir yemas o brotes de 71 a 79 días, hojas entre 89 a 99 días. Las características morfológicas analizadas de manera similar mostraron diferencias significativas en el factor variedades, y para el factor fitohormonas e interacción de variedades x fitohormonas no difirieron estadísticamente; se constató que los mejores valores corresponden a *V. pompona* en diámetro de tallo y longitud de entrenudos, en cambio *Vanilla* sp. en número de hojas y porcentaje de sobrevivencia, *V. cribbiana* en largo-ancho de hoja y área foliar. La dinámica de crecimiento longitudinal de brotes o tallos determinó al efecto exógeno de fitohormonas del ácido Giberélico (Ga3), Ácido Naphthalen acético + Ácido índol acético + Ácido giberélico + Citoquinina del producto comercial Fuerza H hormonas y del ácido 1-naftalenacético de nombre Hormonagro # 1, principalmente para *V. cribbiana* y *V. pompona* en comparación de *Vanilla* sp. y grupo de control. La variabilidad en mediciones morfométricas analizadas entre las especies de *Vanilla* spp. se atribuye al efecto de la especie, manejo de especímenes que fueron de origen silvestres y factores edafoclimáticos. Se constató que *Vanilla* sp. obtuvo la mejor sobrevivencia del 73,7 a 90 %, seguido de *V. cribbiana* con 65,6 a 81,9 %, *V. pompona* 57,4 a 73,7 %

PALABRAS CLAVE: Enraizamiento de *Vanilla* sp., fitohormonas comerciales, plántulas enraizadas

ABSTRACT AND KEYWORDS

The research was developed between July 2018 and January 2019, in order to evaluate the rooting of wild cuttings of three species of *Vanilla* with the application of commercial phytohormones in the Puyo-Pastaza ecosystem of the Ecuadorian Amazon. It was used internodal or nodal cuttings 80 cm long, with 6 to 8 knots and one cm in diameter, cut from whole branches. The application of exogenous phytohormones for the biostimulation of roots, emission of buds and leaves in wild cuttings of *V. pompona*, *V. cribbiana* and *Vanilla* sp., showed statistical difference in varieties, but not for phytohormones or for the interaction of varieties x phytohormones in relation to the physiological effect of phytohormones. Cuttings of the *Vanilla* sp. had a higher percentage of rooting, emission of buds, leaves and number of roots; on the other hand *V. cribbiana* stood out in number of roots per node, on the contrary *V. pompona* in length of roots being the latest in emitting buds or shoots of 71 to 79 days, leaves between 89 to 99 days. The morphological characteristics analyzed in a similar way showed significant differences for varieties, and for phytohormones and its interaction did not differ statistically; It was found that the best values correspond to *V. pompona* in stem diameter and internode length, instead *Vanilla* sp. in number of leaves and percentage of survival, *V. cribbiana* in leaf width and leaf area. The dynamics of longitudinal growth of shoots or stems determined the exogenous effect of phytohormones of Gibberellic acid (Ga3), Naphthalen acetic acid + Indol acetic acid + Gibberellic acid + Cytokinin of the commercial product Strength H hormones and of 1-naphthalene acetic acid named Hormonagro # 1, mainly for *V. cribbiana* and *V. pompona* compared to *Vanilla* sp. and control group. The variability in morphometric measurements analyzed between the three *Vanilla*' species it was attributed to the species effect, management of specimens that were of wild origin and edaphoclimatic factors. It was found that the *Vanilla* sp. obtained the best survival from 73,7 to 90%, followed by *V. cribbiana* with 65,6 to 81,9%, *V. pompona* 57,4 to 73,7%.

KEYWORDS: Rooting of *Vanilla* sp., Commercial phytohormones, enreised seedlings

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMA CIENTÍFICO.....	3
1.2 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	4
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 HISTORIA E IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA VAINILLA.....	5
2.2 HÁBITAT	6
2.3 TAXONOMÍA Y FILOGENIA.....	7
2.4 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE LA VAINILLA	7
2.5 CARACTERÍSTICAS DE ESPECIES DE VAINILLA	9
2.6 PROPAGACIÓN VEGETATIVA O ASEXUAL	11
2.6.1 ESQUEJES	12
2.7 PREPARACIÓN DE ESQUEJES	12
2.8 PROPAGACIÓN DE LA VAINILLA	13
2.9 PROPAGACIÓN SEXUAL	13
2.10 PLANTACIÓN DE ESQUEJES.....	14
2.11 FITOHORMONAS.....	14
2.11.1 AUXINAS	14
2.11.2 GIBERELINAS	16

2.11.3	CITOQUININAS.....	16
2.12	SUSTRATOS.....	17
2.12.1	PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	17
2.12.2	SUSTRATOS ORGÁNICOS	18
	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1	LOCALIZACIÓN.....	20
3.2	CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS.....	20
3.3	TIPO DE INVESTIGACIÓN	21
3.4	COLECTA DE ESPECÍMENES DE VAINILLA	21
3.5	PREPARACIÓN DE ESQUEJES	21
3.6	MATERIAL GENÉTICO.....	22
3.7	APLICACIÓN DE FITOHORMONAS	22
3.8	PLANTACIÓN	23
3.9	FACTORES EN ESTUDIO PARA IDENTIFICAR LOS TRATAMIENTOS A UTILIZAR	25
3.10	TIPO DE DISEÑO.....	25
3.11	TRATAMIENTOS	25
3.12	MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE VARIABLES	26
3.12.1	PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA.....	26
3.12.2	EMISIÓN DE YEMAS Y HOJAS	27
3.12.3	PORCENTAJE ENRAIZAMIENTO	27

3.12.4	NÚMERO DE RAÍCES POR ESQUEJE Y RAÍCES POR NODO	27
3.12.5	LONGITUD DE RAÍCES	27
3.12.6	LONGITUD DE BROTE O TALLO	27
3.12.7	DIÁMETRO DEL BROTE O TALLO	27
3.12.8	LONGITUD ENTRENUDOS	28
3.12.9	NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA.....	28
3.12.10	LONGITUD Y ANCHO DE HOJAS	28
3.12.11	ÁREA FOLIAR	28
3.13	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	28
3.13.1	ANÁLISIS DE VARIABLES	28
3.13.2	ANÁLISIS DE VARIANZA.....	29
3.14	RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES	29
3.14.1	RECURSOS HUMANOS	29
3.14.2	EQUIPAMIENTO Y MATERIALES.....	29
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1	PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA	30
4.2	DIAS DE EMISIÓN DE YEMAS Y HOJAS EN ESQUEJES DE VAINILLA ...	31
4.3	PORCENTAJE ENRAIZAMIENTO	32
4.4	NÚMERO RAÍCES POR ESQUEJE Y RAÍCES POR NODO	34
4.5	LONGITUD DE RAÍCES	35
4.6	LONGITUD DE BROTE O TALLO	36

4.7	DIÁMETRO DE BROTE O TALLO	37
4.8	LONGITUD DE ENTRENUDOS	39
4.9	NÚMERO DE HOJAS POR BROTE O TALLO.....	40
4.10	LONGITUD DE HOJAS	41
4.11	ANCHO DE HOJAS.....	43
4.12	ÁREA FOLIAR	44
	CONCLUSIONES	46
	RECOMENDACIONES.....	46
	BIBLIOGRAFÍA.....	47
	ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. a) tallos, b) hojas, c) hojas heteroblastias (ecosistema Puyo-Pastaza 2019). Fuente: Investigador	8
Figura 2. a) raíces adventicias terrestres, b) raíces adventicias aéreas, (ecosistema Puyo-Pastaza 2019). Fuente: Investigador	8
Figura 3. a) frutos dehiscentes, b) Semillas, c) diámetro frutos, (Puyo-Pastaza 2019). Fuente: Investigador	9
Figura 4. a) Esquejes multimodales o “fitómetro”, b) esqueje. (Puyo-Pastaza 2019). Fuente: Investigador	12
Figura 5. Tipos de esquejes a) nodales, b) internodales. (Puyo-Pastaza 2019). Fuente: Investigador	13
Figura 6. Localización de la zona experimental. (Puyo-Pastaza 2019). Fuente: Investigador	20
Figura 7. Preparación de esquejes. Fuente: Toktok, (2003) modificada por la investigadora 2019	22
Figura 8. Características morfológicas de especímenes en estudio, (Puyo-Pastaza 2019). Fuente: Investigador	22
Figura 9. Plantación de esquejes de vainilla, (Puyo-Pastaza 2019). Fuente: Investigador..	24
Figura 10. Interacción variable porcentaje de sobrevivencia a los 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de <i>Vanilla</i> spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador	30
Figura 11. Interacción de Fitohormonas*Especies a) días emisión de yemas o brote, b) días emisión de hojas con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de <i>Vanilla</i> spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador.....	32

Figura 12. Interacción de Fitohormonas*Especies del porcentaje de enraizamiento a los 90 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de <i>Vanilla</i> spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador	33
Figura 13. Interacción de Fitohormonas*Especies a) número de raíces por esqueje, b) número de raíces por nodo a 180 días de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de <i>Vanilla</i> spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador.....	34
Figura 14. Interacción de Fitohormonas*Especies de longitud de raíces a los 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de <i>Vanilla</i> spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador	35
Figura 15. Interacción para la variable longitud de brote o tallo a) 60 días, b) 90 días, c) 120, y d) 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de <i>Vanilla</i> spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador.....	36
Figura 16. Interacción para la variable diámetro de brote o tallo a) 60 días, b) 120 días y c) 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de <i>Vanilla</i> spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador.....	38
Figura 17. Interacción para la variable longitud de entrenudos a) 60 días, b) 120 días, c) 150 y d) 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de <i>Vanilla</i> spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador	39
Figura 18. Interacción de la variable número de hojas por brote o tallo a los 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de <i>Vanilla</i> spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador.....	41
Figura 19. Interacción de la variable longitud de hoja por brote o tallo a los a) 60 días, b) 120 días, c) 150 días y d) 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de <i>Vanilla</i> spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador.....	42
Figura 20. Interacción de la variable ancho de hoja por brote o tallo a los a) 60 días, b) 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de <i>Vanilla</i> spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador	43

Figura 21. Interacción de la variable área foliar a los 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de *Vanilla* spp. Puyo-Pastaza 2019.

Fuente: Investigador 44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Fitohormonas y funciones</i>	15
Tabla 2. <i>Ingredientes activos y formulación de fitohormonas comerciales</i>	23
Tabla 3. <i>Componentes físico químicos de turba rubia de Sphagnum sp.</i>	24
Tabla 4. <i>Tratamientos y descripción de factores de estudio</i>	26
Tabla 5. <i>Análisis de varianza</i>	29

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La vainilla de la familia Orchidaceae es originaria de regiones húmedas tropicales de México y América Central, que se encuentra en forma silvestre en las selvas de América del Sur, este género *Vanilla* está conformado por aproximadamente 110 especies hemiepífitas, de las cuales 15 producen aroma, entre las que se destaca *Vanilla planifolia* Jackson ex Andrews (Soto & Dressler, 2010) como cultivo en diversas partes del mundo, que debido a su sobreexplotación las poblaciones silvestres han sido eliminadas para establecer plantaciones, hasta el punto que la especie se encuentra enlistada en la categoría de alto riesgo de erosión genética (FAO, 1996).

Dado la importancia internacional por sus cualidades aromáticas y saborizantes de sus vainas en la industria alimenticia, farmacéutica y cosmética a nivel mundial, varios países en vías de desarrollo son los principales productores de vainilla, como: Madagascar, México, Indonesia, Uganda, Filipinas, Jamaica, Costa Rica, India, China y Turquía. Entre los consumidores se destaca Estados Unidos, seguido por Alemania, Francia, Canadá, Australia y Japón (Azofeifa, Paniagua, y García, 2014), a pesar de la elevada demanda, la oferta apenas llega a cubrir la mitad de necesidades mundiales (Soto, 1999).

Sin embargo, a nivel mundial el cultivo tiende a la baja por colectas excesivas, inadecuado manejo del cultivo, carencia de conocimiento de variación genética del germoplasma de *Vanilla* spp. (Gigant, Bory, Grisoni, y Besse, 2011), problemas fitosanitarios, capacitación, cambios climáticos y presión sobre los hábitats por causas humanas (Herrera, Salazar, Delgado, Campos, y Cervantes 2012). Esto indica la necesidad de generar modelos productivos sustentables para aumentar su productividad.

En Ecuador su territorio continental está dividido en tres zonas, con rasgos geográficos, socio-económicos y étnico-culturales bien diferenciados. La Costa región de mayor

expansión agropecuaria y dinamismo económico, con gran actividad comercial, marítima y acuícola. La Sierra dispone de fértiles valles interandinos y laderas, y la región Amazónica, con opciones contrapuestas entre lo productivo y lo ambiental (FAO 2012). A pesar de su pequeño tamaño Ecuador es considerado uno de los 17 países megadiversos del mundo debido a su extraordinaria biodiversidad, y la mayor diversidad de orquídeas endémicas a nivel mundial, que lo hace apto para la producción de numerosos bienes de exportación y alimentos para el consumo interno (Aguirre, Aguirre, y Muñoz, 2017).

La región amazónica del Ecuador (RAE) se caracteriza por la fragilidad de sus ecosistemas, suelos no aptos para actividades agrícolas, que en los últimos años ha sufrido graves impactos ambientales en la transformación de uso del suelo, y un alto índice de erosión genética por efecto de la colonización, deforestación, minería, y ganadería. Esto podría indicar que sería fundamental la investigación de recursos fitogenéticos de especies endémicas y amenazas que presenten escaso conocimiento sobre su estado poblacional, ecología, distribución y manejo, en beneficio de la sociedad (Alvarez, 2014).

En referencia al cultivo de vainilla en Ecuador es aún incipiente, se sabe que existen experiencias en operaciones comerciales en las provincias Santo Domingo de los Tsáchilas y Napo con tendencias de mercado local e internacional, frente a esta expectativa varios centros de educación superior han iniciado exploraciones científicas para ser aplicados en agroecosistemas tradicionales.

En la estimación de vida empresarial y supervivencia del sector agropecuario en la provincia de Pastaza, Monge, Monge, Carvajal, y Valle (2018) describen que, al igual que la mayoría de las provincias de la (RAE) posee un clima tropical húmedo, de formación vegetal de bosque siempreverde piemontano y montano bajo con un 95% de selva virgen, donde se desarrolla una agricultura de subsistencia con la producción de caña de azúcar, plátano, papa china, yuca y varios productos bajo el sistema de chacras, además a una ganadería bovina de carne y leche. A pesar de su importancia económica, demanda internacional y condiciones agroecológicas locales, no existe evidencia de trabajos sobre el cultivo y pocas sobre metodologías de propagación vegetativa de vainilla (De la Cruz, Domínguez, De la A y Díaz, 2014).

Según Arango y Moreno, (2014), el género *Vanilla* tiene como principal limitante la escasa o nula capacidad de germinación de las semillas entre 0,1-1,0 %, debido a que los frutos contienen sustancias que inhiben la germinación de las semillas, por esta razón González-Chávez, et al. (2018) indican, que el cultivo se lleva a cabo ampliamente por medio de propagación clonal mediante cortes de segmentos de tallo, que usualmente demoran o no brotan, lo cual resulta una regeneración lenta. El problema podría solucionarse implementando un método de propagación más adecuado con la aplicación de fitohormonas, sin embargo se conoce poco de los factores que determinan su éxito para la producción de plantas de calidad físico-genética a nivel comercial, que garanticen la disponibilidad de material para solventar las necesidades de una demanda de tendencia mundial de consumo de productos orgánicos naturales, en estos casos, se requiere la generación rápida y masiva de plántulas, para lo cual es indispensable contar con protocolos que permitan obtener suficientes plantas con características genéticas idóneas (Moreno y Diez, 2011). Otra de las causas fundamentales indica Soto (2006) que está asociada al desconocimiento en la domesticación de otras especies distintas a la *Vanilla planifolia*.

Frente a la necesidad de encontrar un crecimiento social y económico amazónico con tecnologías que optimicen la propagación vegetativa de *Vanilla* spp. y su cultivo, es un aporte para aprender y manejar de forma integral un recurso del bosque. Unido a lo anterior, los descriptores morfológicos evaluados permitirán la generación de conocimiento sobre las especies de vainilla analizadas, lo cual se traduce en la necesidad de conservar y utilizar de forma sostenible la diversidad fitogenética como lo sugieren Ramírez-Mosqueda, Andreu, Noa, y Armas (2018). Con base en lo expuesto, el trabajo se orientó a comprobar el problema científico y su hipótesis:

1.1 PROBLEMA CIENTÍFICO

¿Qué efectos produce la aplicación de fitohormonas en la calidad de los esquejes en la propagación vegetativa de tres especies del género *Vanilla* en el ecosistema Puyo-Pastaza de la amazonia ecuatoriana?

1.2 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

El empleo de fitohormonas comerciales influirá en el enraizamiento y calidad de los esquejes del género *Vanilla*, potencializando su desarrollo morfológico en condiciones del ecosistema de la Amazonia ecuatoriana.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Evaluar los aspectos morfológicos de esquejes de tres especies del género *Vanilla* con la aplicación de fitohormonas comerciales en el ecosistema Puyo-Pastaza de la Amazonia ecuatoriana.

1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de tres fitohormonas comerciales en el desarrollo inicial de esquejes del género *Vanilla*, en el ecosistema Puyo-Pastaza de la Amazonia ecuatoriana.
- Caracterizar el desarrollo morfológico de esquejes enraizados de *Vanilla* spp. en el ecosistema Puyo-Pastaza de la Amazonia ecuatoriana.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTORIA E IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA VAINILLA.

Al ser considerado México centro de origen Díez-Gómez (2014) en su investigación determina que:

La planta de vainilla es descubierta por la cultura Maya en Mesoamérica, quienes desarrollaron los primeros métodos de curado del fruto en especies silvestres. Estos se mezclaban con resina de copal para perfumar los templos, mientras que los frutos verdes tenían varios usos medicinales. Luego, indígenas de Totonaca establecieron cultivos en sistemas agroforestales, estos la consideraban una planta ritual y medicinal. Posteriormente las culturas Aztecas la utilizaban como una bebida sagrada conocida como "chocoatl" preparada con cacao, vainilla y miel, que llegó a ser tan importante que servía de moneda para transacciones entre pueblos (Sabik et al., 2016).

Tras la conquista por españoles, la vainilla fue introducida a Europa en 1530, donde empezó a formar parte de los jardines botánicos de España, Alemania, Francia e Italia; estos dos últimos países líderes de especias y fragancias. Para luego ser desplazada a India e Asia (López-Rodríguez, 2016).

La vainilla es la única orquídea como fuente natural de vainillina, obtenida de tres especies de importancia económica y social a nivel mundial, *Vanilla planifolia* Jackson ex Andrews, *V. tahitensis* J. W. Moore y *V. pompona* Schiede; el 95% de la producción mundial se obtiene de los frutos procesados de *V. planifolia*; corresponde a la segunda especie más cotizada del mundo como aromatizante y saborizante después del azafrán (Azofeifa, et al., 2014).

Las anotaciones de Sabik et al. (2016) demuestran que su cultivo persiste hasta la fecha como fuente de ingresos de aproximadamente 4 000 familias rurales, con una demanda mundial de aproximadamente 4 000 toneladas por año de vainilla curada, de las cuales la mitad es producida en Madagascar e Indonesia, con reconocidos usos en repostería, bebidas, farmacéutica, fragancias y saborizantes; sin embargo, solo el 1% de los productos de consumo tienen sabor a vainilla natural.

A pesar de su importancia, Flores et al. (2017) explican que diversas especies del género *Vanilla* no se consideran domesticadas, las poblaciones naturales se encuentran en peligro de extinción, debido a la deforestación, colectas excesivas de material para el establecimiento de nuevas plantaciones y al inadecuado manejo del cultivo.

Recientes investigaciones sobre evaluación de la diversidad genética, en la provincia de Pastaza y Napo de la región amazónica ecuatoriana han permitido identificar parientes silvestres de género *Vanilla* con una importante distribución espacial, lo cual sugiere la necesidad de efectuar mayores estudios de estos especímenes para emprender programas de domesticación, como una alternativa para la conservación *ex situ*, crecimiento económico, producción de plantas para favorecer a los agricultores de la zona (De la Cruz, 2018).

2.2 HÁBITAT

El género *Vanilla* comprende alrededor de 110 especies, distribuidas en los bosques húmedos subtropicales o tropicales del continente americano donde se encuentra la mayor cantidad de especies registradas (Herrera, Hernández, Vega, y Wegier 2017). Crece mejor sobre suelos fértiles, húmedos y orgánicos, desde el nivel del mar hasta elevaciones de 600 metros sobre el nivel del mar; sin embargo, se han encontrado plantas creciendo hasta los 1100 msnm e incluso en India, se cultiva hasta los 1 500 msnm, con temperaturas entre los 25 °C durante todo el año, alta humedad relativa, suelos con pH entre 6 – 6,9, alto contenido de calcio y potasio (Hernández-Hernández, 2011). Según Petersson (2015) los sabores de vainilla varían según la especie, clima, y las condiciones de suelo del país de origen, así como los procesos de cultivo, secado y curado.

2.3 TAXONOMÍA Y FILOGENIA

En los reportes de Gigant, et al (2011) sobre datos filogenéticos 106 especies de *Vanilla* basados en variaciones de características morfológicas y florales propusieron una nueva clasificación taxonómica:

Diferenciaron dos sub-géneros a *Vanilla* subgénero *Vanilla* en el Grupo α , representada a *V. mexicana*. *Vanilla* subgénero *Xanata* sección *Xanata* en el grupo β a especies americanas constituidas por *V. palmarum*, *V. pompona*, *V. odorata*, *V. thaitiensis*, *V. planifolia*. Sección *Tehya* en el grupo γ con especies del viejo mundo más el Caribe, para Asia a *V. aldidia*, *V. aphyla*; África con *V. crenulata* y *V. africana* entre otras. Quedando con el siguiente ordenamiento: Reino Plantae, Subreino Tracheobiont, Division Magnoliophyta, Clase Liliopsida, Subclase Liliidae, Orden Orchidales, Familia Orchidaceae, Género *Vanilla*

2.4 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE LA VAINILLA

Tallo: Puede ser monopódico o ramificado cilíndrico, liso, carnoso, color verde, con brillo, flexible, conformado por entrenudos de 5 a 15 cm de largo, hasta 2 cm de diámetro (Figura 1a), estas guías pueden llegar a medir hasta 50 metros de largo (Vargas y Gámez, 2014). Por su hábito hemiepífito un mismo individuo puede presentar una variación en la morfología del tallo como de hojas, debido a la exposición de baja iluminación y condiciones temporales hídricas del suelo; estos pueden llevar o no hojas en distintas partes del tallo (Soto, 1999).

Hojas: De color verde claro a oscuro, con brillo en estado joven, opuestas alternas subsésiles, de forma oblonga-elíptica lanceolada, ápice agudo acuminado, de 10 a 20 cm de longitud, 4 a 8 cm de ancho, 1 a 2 mm de espesor, de consistencia carnosa y superficie lustrosa cutinizada (Figura 1b), principalmente en el haz (Velázquez, 2004). En los nudos al lado opuesto de la hoja desarrolla raíces advertencias aéreas con las cuales se adhiere a los árboles u otros soportes, dependiendo de la especie están dirigidas hacia abajo, excepto en la punta del tallo, contienen un jugo viscoso igual al del tallo (Vargas y Gámez, 2014).

En hojas jóvenes, Ostria (2015) describe que durante el desarrollo morfológico de la planta, exhiben una heteroblastia (Figura 1c), es decir presentan hojas diferentes en tamaño o forma

de las hojas maduras, debido a la interacción y la información entregada por señales ambientales.

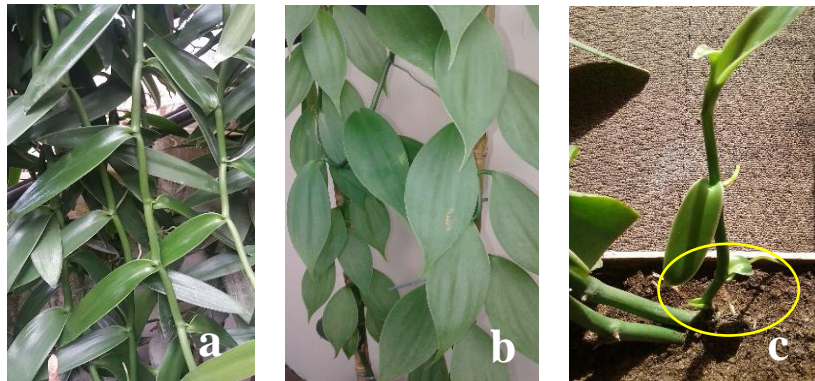


Figura 1. a) tallos, b) hojas, c) hojas heteroblastias (ecosistema Puyo-Pastaza 2019).

Fuente: Investigador

Raíz: La vainilla carente de una raíz pivotante, genera sus raíces a nivel de los entrenudos, donde se encuentran los meristemos axilares, posee un sistema radicular superficial fasciculado de color marrón pálido (Figura 2a), de hasta 8,2 cm de largo, 2 - 3 mm de grosor (Soto & Dressler, 2010), con un rango exploratorio no mayor a 30 cm de profundidad, en un radio de 80 cm, que se desarrolla entre la materia orgánica. Además, posee raíces adventicias de aspecto carnoso utilizadas para adherirse al tutor y nutrirse a través de una estructura exterior llamada velamen (Figura 2b), después de su crecimiento descendente en busca de materia orgánica (Kelso, Kelso, Sánchez, y Reyes , 2014).

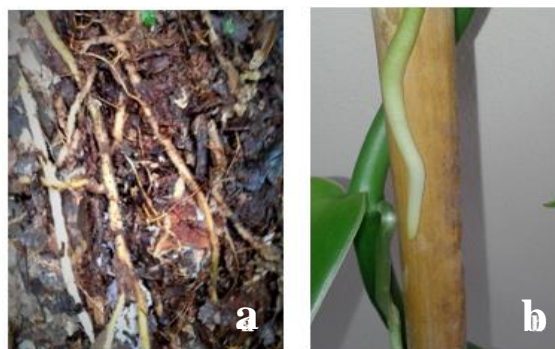


Figura 2. a) raíces adventicias terrestres, b) raíces adventicias aéreas, (ecosistema Puyo-Pastaza 2019). Fuente: Investigador

Flores. Se presentan en inflorescencia o en racimos axilares, cortos, fuertes, con 15 o más flores de color aperlado, amarillo verdosas que salen de las axilas de las hojas, de 5 a 8 cm

de longitud (Paniagua, Azofeifa Bolaños y García, 2013). Las flores duran poco se abren por las mañanas y se cierran por las tardes.

Fruto. Es una vaina o cápsula casi cilíndrica, dehiscente, presenta tres costados cóncavos, en forma cilíndrica, de color verde brillante cuando inmaduro y el cual cambia de verde a amarillo, y a café a medida que madura (Figura 3a y 3c). Su longitud varía de 13 a 25 cm y su diámetro entre 10 y 15 mm (Vargas y Gámez, 2014).

Semillas. Son diminutas de color negro, tardan de 3 a 4 años en germinar por las sustancias que contiene la vaina que inhiben la germinación (Figura 3b). La sustancia responsable del olor y sabor de la vainilla es la vainillina que se encuentra disuelta en un aceite alrededor de las semillas (Dehgan, 2014).

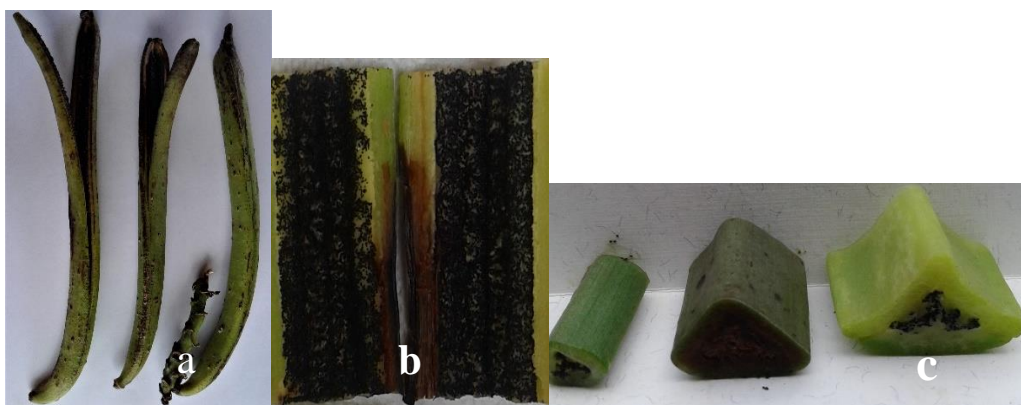


Figura 3. a) frutos dehiscentes, b) Semillas, c) diámetro frutos, (Puyo-Pastaza 2019).
Fuente: Investigador

2.5 CARACTERÍSTICAS DE ESPECIES DE VAINILLA

Para el cultivo de vainilla es de gran importancia escoger las especies más productivas de vainillina natural, entre estas Bory, Grisoni, Duval & Besse, (2008) recomiendan a *V. planifolia*, *V. tahitiensis* y *V. pompona*.

V. planifolia Jacks ex Andrews

V. planifolia Andrews o *V. fragans* Salisb, es una especie de fino aroma en cantidad - calidad de compuestos aromáticos con el 1,8% de vainillina, más producida y demandada en la industria de extractos y alimentos gourmet (Lubinsky, 2008; Soto & Dressler, 2010). Sus características botánicas son: tallos simples o ramificados, flexibles, verdes, diámetro de uno

a dos centímetros. Raíces adventicias opuestas, hojas suculentas, flexibles subsésiles, elípticas y lanceoladas. Inflorescencias axilares de 5 a 8 cm de longitud con 15 a 20 botones florales de los cuales se abren desde la base en orden ascendente de uno a tres al mismo tiempo en orden. Flores verde amarillentas compuestas de tres sépalos, dos pétalos y un tercero que contiene el estambre y el pistilo, así como el rostelo. Las especies de América del Sur tienen un callo apical conectado con el callo penicilado en medio del labelo por hileras de papilas, ápice del labelo generalmente recurvado, según las anotaciones realizadas por Soto & Dresser. (2010).

***V. tahitensis* JW Moore**

Los datos que Lubinsky et al (2008) afirmaron, que esta vainilla es nativa del neotrópico, correspondiente a un híbrido entre *V. planifolia* y *V. odorata*, que de ningún modo se han encontrado poblaciones silvestres, solo se encuentra cultivada en las islas de Tahití y Moorea. Su perfil aromático es muy diferente al de la *V. planifolia*, es relativamente dulce, poco perfumado, aunque presenta una nota mantecosa y débil con 1,5% de vainillina. Este sabor tiene mayor aceptación en mercados gourmet francés e italiano, principalmente para aromatización de helados. Según Alvarado y España (2006) se producen menos de 10 toneladas anuales, es decir, menos del 1% de la producción mundial anual total de vainilla a nivel global de esta especie.

Con referencia a su morfología Soto & Dressler (2010), la describen como plantas frondosas. de flores verdosas más grandes que en *V. planifolia*, con rasgos intermedios entre *V. planifolia* y *V. odorata*. Según, Odoux & Grisoni (2010) el tallo crece en zigzag, diámetro promedio 0,8 cm, longitud entrenudos 13 cm, longitud hojas 18 cm por 3 cm de ancho, longitud de pecíolo 1,3 cm longitud inflorescencias 9,2 cm, longitud sépalos 1,4 x 6,5 cm, pétalo 1,1 x 6,4 cm, longitud labelo 4,6 - 4,9 cm en forma de embudo. Fruto de color verde claro triangular de 10 a 19 cm de largo, de menos de un centímetro de diámetro en peso promedio 10,5 g.

***V. pompona* Schiede**

En forma silvestre se la encuentra en distintas regiones de Mesoamérica y Sudamérica, actualmente está clasificada en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Flores et al., 2017).

En estudios de Ferreira et al. (2017) sobre caracterización de *V. pompona* detalla que:

El tallo raramente ramificado de aproximadamente 1,2 – 3,0 cm de diámetro, verde, liso, carnosos, cilíndrico, entrenudos separados de 9,9 – 12 cm en longitud. Hojas de 10 a 30 cm largo, gruesas, de color verde oscuro y brillantes. La flor se forma en la base de una hoja, de color blanco amarillenta, raquis 4,0 – 5,0 cm en longitud, entre 5 – 11 flores, pedúnculo 0,8 – 1,1 cm de largo; brácteas florales 1,0 x 1,4 cm, cóncavo, ovalado a ovalado - lanceolado, ápice agudo. Flores, sépalos de 0,8 – 1,4 x 7,5 – 9,8 cm, oblongo lanceolados, ligeramente cóncavo, ápice obtuso, más grande que los sépalos laterales; pétalos de 0,7 – 1,2 x 6,7 – 8,5 cm, oblanceolados, ligeramente cóncavo, ápice obtuso, más pequeño que el sépalo; labelo 2,4 – 3,0 x 6,7 – 8,0 cm, amarillo, infundibuliforme. Frutos en forma de banana, verdes, normalmente tienen una longitud de 10 – 20 cm Raíces adventicias. Actualmente su cultivo representa una pequeña fracción de la producción mundial, debido a que su mercado es limitado, su principal campo de aplicación son los productos farmacéuticos y los perfumes (Jaramillo, Escobedo y Barrera, 2012).

***V. cribbiana* Soto Arenas**

Sus hojas son suculentas, coriáceas, abruptamente acuminadas y algo colgantes. Su inflorescencia es tanto lateral como terminal, flores con pétalos blanco cremoso, sépalos verdosos, labelo en forma de trompeta de amarillo intenso con rayas anaranjadas. Ovario verde blanquecino. Fruto alargado con tres aristas dehiscente, medianamente aplanado de cuatro bordes. Fragancia intensa a mentol y cítrico (Cuero, Ledezma, Palacios, y Benavides, 2014; Soto & Dressler, 2010).

2.6 PROPAGACIÓN VEGETATIVA O ASEJUAL

Osuna, Osuna, y Fierro (2016) señalan que la reproducción asexual consiste en: utilizar partes vegetativas de la planta original, fundamentado por la presencia de tejido

meristemático, y el principio de totipotencialidad, que indica que una célula vegetal contiene una copia íntegra del material genético de la planta a la que pertenece sin importar su función o posición en ella, por lo tanto, tiene el potencial para generar una nueva planta idéntica al progenitor, aunque ocasionalmente se pueden dar mutaciones menores. Por la consistencia herbácea de los tallos de vainilla se emplean esquejes para el proceso de propagación vegetativa.

2.6.1 ESQUEJES

Esqueje son unidades reproductoras que se obtienen separando de la planta madre un segmento que contenga zonas meristemáticas en nudos y entrenudos “Fitómetro” (Figura 4 ab), que colocadas en condiciones favorables son capaces de formar un nuevo individuo con caracteres iguales a la planta madre. El tiempo que tarda para enraizar depende de la especie, tipo de esqueje, edad del tallo, forma de preparación, humedad y temperatura. En general los esquejes enraízan en tres semanas, mientras que los leñosos y semileñosos tardan hasta cinco meses (Osuna, et al., 2016).



Figura 4. a) Esquejes multimodales o “fitómetro”, b) esqueje. (Puyo-Pastaza 2019).
Fuente: Investigador

2.7 PREPARACIÓN DE ESQUEJES

En experiencias sobre propagación de plantas, Toogood (2010) manifiesta que, la mayoría de los esquejes se toman del tallo de la planta, y se clasifican entre los que se obtienen a partir de las uniones de hojas o nodos llamados esquejes internodales (Figura 5b), o justo por debajo de un nodo denominados esquejes nodales (Figura 5a). Siendo los esquejes nodales los más utilizados para optimizar el enraizamiento, debido a que las células involucradas en el desarrollo se concentran mayormente en las uniones de las hojas o nodos.

Con respecto al tipo de esqueje, se prefiere utilizar los esquejes de crecimiento primario por ser más fáciles de manejar.

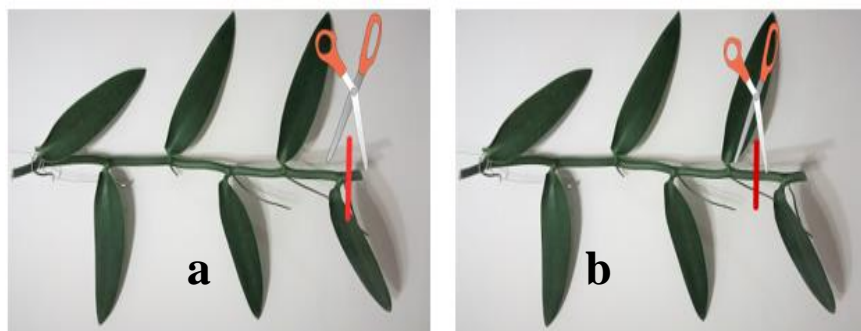


Figura 5. Tipos de esquejes a) nodales, b) internodales. (Puyo-Pastaza 2019). Fuente: Investigador

Arango y Moreno (2014) reportaron que la vainilla se propaga de forma asexual por medio de esquejes o tramos de tallo de 80 – 100 cm de longitud, que se obtienen de plantaciones comerciales de productores. Normalmente se debe utilizar esquejes de 80 a 120 cm de longitud con 6 a 8 nodos y un cm de diámetro. Esquejes de mayor tamaño aceleran el crecimiento de sus brotes y entran más rápido a floración; sin embargo, cuando se plantan se dificulta su manejo (Hernández, 2011).

2.8 PROPAGACIÓN DE LA VAINILLA

Para realizar la propagación vegetativa se deben seleccionar esquejes de plantas altamente productivas que no han producido frutos, buen estado fitosanitario, vigorosos, por lo menos con tres yemas viables para la producción de brotes, los cuales servirán de material vegetal para programas de producción. Se cosecha solo un esqueje por tutor de los tramos finales de los tallos que no tengan inflorescencias, retirando de tres a cuatro hojas en la parte baja del plantón (Hernández, 2011). Con respecto al endurecimiento o selle de heridas de esquejes, Caro y Castaño (2014) recomienda dejar entre 7 a 15 días bajo sombra con ventilación antes de su plantación.

2.9 PROPAGACIÓN SEXUAL

El género *Vanilla* tiene una reproducción sexual poco exitosa de 0,1-1,0 %, debido a que los frutos contienen sustancias que inhiben la germinación de las semillas, razón por la cual es

indispensable la propagación asexual o la micropropagación. Este sistema de reproducción asexual empleada puede significar la extinción de la especie, debido a que no garantiza el intercambio genético necesario para el desarrollo evolutivo de la especies silvestres o cultivadas actualmente (Arango y Moreno, 2014).

2.10 PLANTACIÓN DE ESQUEJES

Según Caro y Castaño (2014) y Tadeo (2015) reportan que, para la plantación de la vainilla es necesario tener establecida la plantación de tutores, por lo menos ocho meses de edad para efectos de sombra. Se colocan dos esquejes en forma horizontal con tres a cuatro nodos junto a cada tutor en surcos de 30 cm de largo por 10 cm de profundidad, cubriendo con una capa de rastrojo de cobertura rica en materia orgánica que abarque una superficie mínima de un m²; finalmente, la punta del plantón con hojas de cuatro a cinco nudos se junta al tutor en forma vertical. El tiempo que tarda un esqueje en enraizar es de tres a seis semanas, que depende de la especie, tipo de esqueje, edad del tallo, forma de preparación, manejo de luz, humedad y temperatura (Arango y Moreno, 2014).

2.11 FITOHORMONAS

Taiz y Zeiger (2006) se refirieron a las hormonas vegetales en los siguientes términos:

Las plantas sintetizan moléculas orgánicas de señalización, llamadas hormonas o fitohormonas, que originadas en un lugar se desplazan a otro, donde actúan regulando el crecimiento, desarrollo y metabolismo específico a concentraciones muy bajas. Se conocen varias clases de hormonas, algunas son sustancias promotoras del crecimiento y desarrollo, y otras inhibitoras como: auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y ácido abscísico. Sin embargo, hay evidencias de la existencia de esteroides, brasinoesteroides que tienen un amplio rango de efectos morfológicos.

2.11.1 AUXINAS

La biosíntesis del ácido indol-3-acético (IAA) en una planta está asociada a los meristemos apicales de los tallos, hojas jóvenes, frutos en desarrollo y semillas; lo cual se relaciona con sus funciones fisiológicas asociadas con la elongación celular, división celular, formación

de raíces adventicias, inducción de floración, algunos tropismos y promoción de la dominancia apical (Taiz y Zeiger, 2006).

Nabors (2006) señala que actualmente se comercializan en diversas formulaciones atendiendo a un amplio abanico de posibilidades de empleo, según las situaciones agrícolas, los tipos de cultivo y las formas de aplicación que existen, como se describe en la (Tabla 1)

Tabla 1. *Fitohormonas y funciones*

Nombre común	Nombre químico	Funciones
IBA	Ácido indo 3-butíricol	Enraizamiento
NAA	El ácido 1-naftalenacético	Enraizamiento, Aclareo, caída frutos
4.CPA	Ácido 4-clorofenoxiacético	Cuajado de frutos
2-NOA	Ácido 2-naftiloxiacético	Cuajado de frutos
2,4-D	Ácido 2,4-diclorofenoxiacético	Retardo caído de frutos
2,4-DP	Ácido 2-(2,4-diclorofexi) propiónico	Modificador del aspecto de frutos

Algunos experimentos realizados por Taiz y Zeiger (2006) en plántulas y tejidos con pulverización de auxina exógena produce una breve estimulación del crecimiento por un efecto inhibitor cuando crecen en oscuridad, debido a que estas son más sensibles a concentraciones muy altas que plantas que crecen a la luz; por debajo de auxina 10^{-6} a 10^{-10} molar (M), la estimulación de crecimiento radical está fuertemente inhibido por la biosíntesis del etileno inducida por auxina necesaria para estimular la elongación de tallos.

En estudios de una colección de *Vanilla* spp. Alvarado y España (2006) comprobaron que las plantas de vainilla no respondieron a la aplicación de 3, 6, y 9 mg de ácido indolbutírico, en el enraizamiento de estacas y acodos aéreos, por lo cual recomiendan realizar la propagación sin ninguna aplicación.

En estudios sobre propagación vegetativa de *Vanilla* sp. De la Cruz, et al. (2014) determinaron:

La combinación del sustrato arboriente más Ácido 1-naftalenacético y sustrato del bosque secundario sin hormona proporcionaron los mejores resultados en longitud de raíces, en las combinaciones turba negra, sin hormona y sustrato del bosque secundario más hormona favorecieron el diámetro de raíz. El Sustrato arboriente con hormona en dosis altas fue el

mejor tratamiento para la propagación vegetativa de esquejes de plantas de vainilla en zonas de vida del bosque muy húmedo Pre-Montano de Napo-Ecuador.

2.11.2 GIBERELINAS

Las giberelinas (GAs) son compuestos químicamente relacionados con el ácido giberélico, que actúan como reguladores endógenos esenciales del crecimiento y desarrollo en vegetales superiores. De 136 descritas sucesivamente GA1, GA2, GA3, GA7, solo algunas poseen una actividad biológica específica, que en aplicaciones exógenas producen una amplia variedad de respuestas fisiológicas en estimulación del crecimiento de tallos, elongación entrenudos, raíces, flores, frutos, y la germinación de las semillas (Nabors, 2006; Taiz y Zeiger, 2006).

2.11.3 CITOQUININAS

El nombre citoquininas se refiere a su papel en la división celular o citocinesis, son un grupo de fitohormonas derivadas de la adenina que, al ser aplicadas en forma exógena a las plantas como Zeatina, Kinetina, Benzilaminopurina (BAP), participan en la regulación de muchos procesos fisiológicos y del desarrollo, entre los que se incluyen la senescencia de la hoja, movilización de nutrientes, dominancia apical, formación de meristemas del ápice caulinar, desarrollo floral, rotura de la dormición de yemas manteniendo a los vegetales en un estado de desarrollo juvenil (Taiz y Zeiger, 2006).

Srivastava (2002) describe que las fitohormonas se caracterizan por participar en variadas respuestas morfogénicas y de crecimiento de manera pleotrópica, es decir una misma hormona participa en diferentes procesos, que dependiendo de su concentración puede ser estimuladora o inhibitoria de una misma respuesta solamente en un tejido específico u órgano

Existen otras sustancias con función fitohormonal como los brasinoesteroides que son compuestos naturales que se encuentran en pequeñas cantidades en los órganos de las plantas, principalmente en polen, hojas, yemas, flores y semillas. En la actualidad se conocen más de 45 miembros de la familia de los brasinoesteroides, demostrándose como compuestos de actividad biológica en la germinación, rizogénesis, floración, senescencia, abscisión, y procesos de maduración. Los recientes descubrimientos de las propiedades fisiológicas

permiten considerarlos como sustancias naturales altamente promisorias para su uso en la protección de plantas y aumento en la producción agrícola (García, Hernández, y García, 2010).

2.12 SUSTRATOS

En base a los argumentos sobre la propagación de las plantas expuestos por Nieto (2015) describe que, un sustrato de cultivo es un material poroso, usado para el desarrollo del sistema radicular de una planta, que debe cumplir cuatro funciones básicas: 1) asegurar el anclaje mecánico de la planta, 2) reserva hídrica para cubrir necesidades de la planta, 3) facilitar el suministro de oxígeno, y 4) Posibilitar la nutrición mineral. Para obtener buenos resultados durante el enraizamiento.

2.12.1 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

En evaluaciones sobre sustratos Osuna et al. (2016) anotan que un sustrato para cultivo en maceta deben tener las siguientes características fundamentales:

Características físicas: Estas vienen determinadas por la estructura granulométrica (fina 0,8 - 0,10 mm, media 10 - 25 mm y gruesa 25 - 40 mm), baja densidad real ($1,45 \text{ g/cm}^3$) y aparente ($0,4 \text{ g/cm}^3$), elevada porosidad 85%, suficiente suministro de aire (10 cm de tensión de columna de agua), retención de humedad (20 - 60%), permeabilidad, distribución de tamaños de poros, estabilidad estructural.

Características químicas: Baja o nula capacidad de intercambio catiónico (CIC) entre 75 a 100 meq/100g), pH (5,0 a 6,5), capacidad tampón es decir la capacidad de los suelos para resistir el cambio de pH cuando se agregan ácidos o bases a la solución del suelo, baja salinidad, ordenada relación C/N, características biológicas, conductibilidad eléctrica, baja velocidad de descomposición, contenido apropiada de los principales de nutrientes N total, P, K, Ca, y Mg asimilables; para mayor detalle se amplía en el (Anexo 1).

2.12.2 SUSTRATOS ORGÁNICOS

Turbas

Según Osuna et al. (2016) las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se clasifican en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica. Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y elevados en sales solubles (Ochoa, Fradeja, y Lacovara, 2013).

Davies et al. (2018) reportan que, la turba rubia tiene un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero que una composición, depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfieren en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3,5 y 6,5. Generalmente empleada en la producción ornamental y plántulas hortícolas en semilleros (Nieto, 2015).

Además Nieto (2015) señala que la clasificación de las turbas según la escala de Von Post (H-1 a H-10) determina el nivel de descomposición y humidificación de la siguiente condición:

Turba *Sphagnum* rubia: grado de descomposición entre H-1 y H-2 (Anexo 2). Se considera como el sustrato universal debido a las cualidades físicas que presenta, ya que actúa como una esponja gracias a su componente principal, el musgo *Sphagnum* sp., el producto está libre de patógenos y permite ser utilizado sin necesidad de una desinfección previa.

Turba de transición/*Sphagnum* parda: su grado de descomposición varía entre H-3 y H-5. Esta contiene productos de descomposición de un color oscuro y tiende a formar agregados, que se rompen con facilidad al presionarlos cuando se seca.

Turba *Sphagnum* negra: su grado de descomposición está comprendido entre H-6 y H-10. Este tipo de turba está tan descompuesta que los residuos vegetales no se identifican con facilidad, debido a su descomposición se endurece cuando se seca y, una vez seca es difícil de volver a mojarla. En observaciones de Padilla-Vega (2011) un sustrato prefabricado de

tallos y ramas de corteza gruesas son los más apropiados para el desarrollo de plantas hemiepífitas, debido a la acumulación de varias formas de vida (microorganismos, musgos, líquenes, briofitos, insectos etc.) que generan y atrapan materia orgánica, además de retener agua el sustrato atrapa iones provenientes de la materia orgánica que son asimilados por las raíces de la vainilla.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El ensayo se estableció en la ciudad de Puyo cabecera del cantón Pastaza, ubicado en el piedemonte andino amazónico del Ecuador. En la Latitud $01^{\circ} 28' 55''$ S y Longitud $77^{\circ} 00' 10''$ W a 926 msnm; en el período comprendido de julio de 2018 a enero de 2019, (Figura 6).

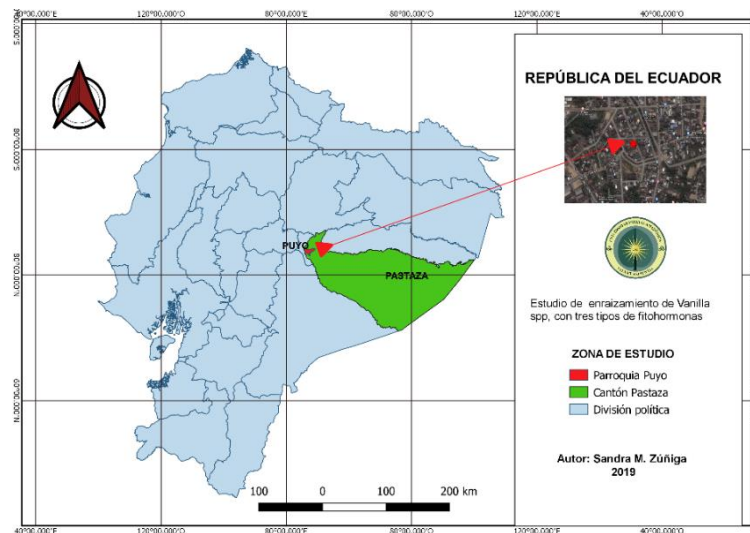


Figura 6. Localización de la zona experimental. (Puyo-Pastaza 2019). Fuente: Investigador

3.2 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

La zona de estudio según Cañadas (1983) comprende de un ecosistema de Bosque Húmedo Tropical (Bht), rodeado de una formación vegetal de bosque siempreverde piemontano (Bsvp), con relieve plano a ondulado disectada por una red de drenajes naturales, con uso actual de suelo a la actividad antrópica. Temperatura media anual $21 - 22^{\circ}\text{C}$, precipitación 4520 mm, heliofania 918,2 horas, y humedad relativa 99 % (INAMHI, 2018).

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para la evaluación de la propagación vegetativa de esquejes de especímenes de *Vanilla* spp., con la aplicación de tres fitohormonas se empleó una investigación de campo tipo experimental.

3.4 COLECTA DE ESPECÍMENES DE VAINILLA

Se colectaron 30 esquejes de cada espécimen del género *Vanilla* sin evidencia de manejo del cultivo, de dos zonas del piedemonte del bosque nativo del ecosistema Puyo-Pastaza de la Amazónica ecuatoriana. Zona 1, predios urbanos ciudad de Puyo. Zona 2, Comunidad Palimbe Parroquia Canelos. Según las coordenadas geográficas espaciales $01^{\circ} 28' 55''$ S – $77^{\circ} 00' 10''$ W y $1^{\circ} 34' 14''$ S – $77^{\circ} 45' 24''$ W

Los materiales vegetales para el montaje del ensayo se emplearon esquejes internodales o nodales de 80 cm de largo, con 6 a 8 nodos y un cm de diámetro aproximadamente, cortados de ramas completas de plantas adultas sin inflorescencias y lozanas, de acuerdo con los criterios de Arango y Moreno (2014); Caro (2014), y Díez-Gómez, (2014).

3.5 PREPARACIÓN DE ESQUEJES

Antes de la plantación, de cada esqueje se descartó tres a cuatro hojas de la parte inferior, y también del punto de crecimiento apical a 15 cm con dos a tres hojas (Figura 7), estos fueron mantenidos bajo sombra y ventilación durante siete a diez días para el endurecimiento y cicatrización de heridas, y prevenir podredumbres una vez plantadas (Toktok, 2003; Hernández, 2011).

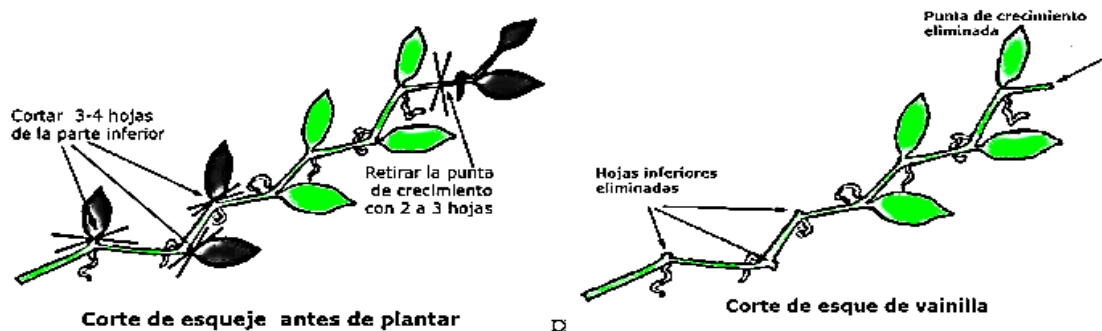


Figura 7. Preparación de esquejes. Fuente: Toktok, (2003) modificada por la investigadora 2019

3.6 MATERIAL GENÉTICO

Los especímenes silvestres del género *Vanilla* utilizados para el estudio fueron de las accesiones identificadas en el estudio de la caracterización morfológica del género de *Vanilla* del ecosistema Napo-Pastaza de la Amazonia ecuatoriana realizada por De la Cruz (2018), según detalle (Figura 8a *Vanilla pompona* Scheide, 8b *Vanilla cribbiana* Soto Arenas, y 8c como *Vanilla* sp).



Figura 8. Características morfológicas de especímenes en estudio, (Puyo-Pastaza 2019). Fuente: Investigador

3.7 APLICACIÓN DE FITOHORMONAS

Los esquejes de cada accesión de vainilla se sometieron a un efecto independiente de estimulación de raíces con tres tipos de fitohormonas comerciales, según la dosis recomendada de los siguientes productos según la siguiente (Tabla 2) y (Anexo 3, 3A, 3B):

Tabla 2. *Ingredientes activos y formulación de fitohormonas comerciales*

Nombre comercial	Ingrediente activo		Formulación
Homonagro #1	Ácido 1-naftalenacético (A.N.A)	0,4%	Polvo soluble
Fuerza H Hormonas	Ácido Naphthalen acético	110 ppm	Líquido soluble
	Ácido índol acético	2200 ppm	
	Ácido fólico	1000 ppm	
	Ácido giberélico	2000 ppm	
	Boro	200ppm	
	Bioestimulante	100 ppm	
	Cisteina	2000 ppm	
	Citoquinina	1000 ppm	
Acigib	Ácido Giberélico (Ga3)	125 g/kg	Tabletas

Cada especie se sometió al tratamiento fitohormonal mediante inmersión total de 3 a 4 yemas, según las dosificaciones más altas de cada producto fue la siguiente:

Homonagro # 1. Se preparó una mezcla de una parte de Hormonagro # 1 (A.N.A) en 30 partes de agua con un tiempo de inmersión de 16 horas. Fuerza H hormonas, 100 ml de producto en 20 litros de agua con inmersión de cinco minutos. Acigib, una tableta en 20 litros de agua durante cinco minutos de inmersión. Los esquejes testigo sin hormona de cada tratamiento y repetición se conservaron en la misma cantidad de agua por el tiempo de inmersión indicada para cada producto.

3.8 PLANTACIÓN

Para su propagación se plantaron dos esquejes de tamaño de 80 cm de largo en cada recipiente rectangular elaborados artesanalmente con madera de pigue *Pollalesta discolor* (Kunth) Aristeg de 0,7 cm grosor, 12 cm de ancho x 40 cm de largo x 12 cm de profundidad, un volumen de 5 760 cm³, área 480 cm², como soporte inicial un espaldar 12 cm de ancho x 35 cm de alto (Figura 8). Para no interferir en los resultados, se utilizó un sustrato a base de turba *Sphagnun* sp. rubia TS1, de origen Lituania-Alemania de los siguientes contenidos y características (Tabla 3):

Tabla 3. Componentes físico químicos de turba rubia de *Sphagnum* sp.

Componente principal	Turba rubia de <i>Sphagnum</i> sp.
Densidad aparente seca	100 g/l
Materia orgánica sobre materia seca	90%
Conductibilidad eléctrica	35 mS/m
pH	5,4 – 6,5
Estructura	Fina a media
Carbonato de cálcico	5 g/l
Fertilizante NPK	1,0 g/l y microelementos
Sales	1000 mg/l
Empleo recomendado	Cultivo y siembra de plantas jóvenes

Para evitar posibles daños bióticos y abióticos, los esquejes fueron ubicados superficialmente sobre el sustrato húmedo a capacidad de campo, dejando al descubierto un segmento del esqueje de 3 – 5 cm, como soporte al nuevo brote en desarrollo vegetativo, se adhirió un tallo como tutor de bambú según lo sugerido por Toktok (2003) y Díez-Gómez (2014).



Figura 9. Plantación de esquejes de vainilla, (Puyo-Pastaza 2019). Fuente: Investigador

3.9 FACTORES EN ESTUDIO PARA IDENTIFICAR LOS TRATAMIENTOS A UTILIZAR

Factor A: Esquejes de vainilla de tres especies:

A1: *V. pompona* Schiede

A2: *V. cribbiana* Soto Arenas

A3: *Vanilla* sp.

Factor B: Fitohormonas de tres tipos más un testigo:

B0: Sin Hormona

B1: Acigib

B2: Fuerza H hormona

B3: Homonagro #1

3.10 TIPO DE DISEÑO

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), en arreglo bi-factorial 3 x 4, con 4 repeticiones, según el procedimiento:

Unidades experimentales: 144

Número de recipiente por unidad experimental: 3

Distancia entre bloques: 60 cm

Distancia entre unidades experimentales: 0,20 m

Área de cada unidad experimental: 1440 cm²

Área total del Experimento 75 m²

Número de total de esquejes: 288

3.11 TRATAMIENTOS

Los tratamientos y descripción de los factores de estudio $A \times B = 12$ se presentan en el siguiente en la (Tabla 4):

Tabla 4. *Tratamientos y descripción de factores de estudio*

N° tratamientos	Código	Descripción
1	Ec-Vp H0	<i>V. pompona</i> + testigo sin fitohormonas
2	Ec-Vp AG	<i>V. pompona</i> + acigib
3	Ec-Vp FH	<i>V. pompona</i> + fuerza H
4	Ec-Vp HM	<i>V. pompona</i> + hormonagro #1
5	Ec-VcH0	<i>V. cribbiana</i> + testigo sin fitohormonas
6	Ec-Vc AG	<i>V. cribbiana</i> + acigib
7	Ec-Vc FH	<i>V. cribbiana</i> + fuerza H
8	Ec-Vc HM	<i>V. cribbiana</i> + hormonagro #1
9	Ec-VsH0	<i>Vanilla</i> sp. + Testigo sin fitohormonas
10	Ec-Vs AG	<i>Vanilla</i> sp. + acigib
11	Ec-Vs FH	<i>Vanilla</i> sp. + fuera H
12	Ec-Vs HM	<i>Vanilla</i> sp. + hormonagro #1

3.12 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE VARIABLES

Los parámetros de evaluación de las variables se registraron de toda la población de cada unidad experimental cada treinta días hasta los 180 días después de haber implantado esquejes de *Vanilla* spp., en la producción de plantas.

3.12.1 PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

La sobrevivencia fue definida entre la proporción del número de esquejes establecidos y el número de esquejes vivos encontrada durante el periodo de julio 2018 a enero 2019. Para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación propuesta por Linares (2005).

$$\% \text{ sobrevivencia} = \frac{Pv}{(pv+Pm)} \times 100 \quad \dots(1)$$

Datos:

Pv: Número de esquejes o plantas vivas

pv: Número total de esquejes al inicio de la plantación

Pm: Número de brotes o plantas muertas

3.12.2 EMISIÓN DE YEMAS Y HOJAS

Se registró el tiempo en días a la emisión de brotes y hojas, con evaluaciones de verificación cada cinco días después de la plantación.

3.12.3 PORCENTAJE ENRAIZAMIENTO

El porcentaje de enraizamiento fue cuantificado entre los 60 a 90 días, en relación con número de esquejes con brotes y raíces sobre el número inicial de esquejes instalados, según la fórmula:

$$\% \text{ enraizamiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de esquejes con brotes}}{\text{N}^\circ \text{ total de esquejes instalados}} \times 100 \quad \dots (2)$$

3.12.4 NÚMERO DE RAÍCES POR ESQUEJE Y RAÍCES POR NODO

Trascurrido 180 días de su plantación, se evaluó mediante conteo el número de raíces y raíces adventicias formadas en cada segmento nodal apostada sobre el sustrato.

3.12.5 LONGITUD DE RAÍCES

El parámetro de longitud de raíces adventicias se valoró en cm a los 180 días, desde su origen de crecimiento hasta el ápice mediante el método no destructivo.

3.12.6 LONGITUD DE BROTE O TALLO

Se realizaron mediciones de longitud en centímetros desde punto de emisión del brote hasta su ápice.

3.12.7 DIÁMETRO DEL BROTE O TALLO

El diámetro del tallo o brote principal se evaluó en centímetros con la ayuda de un calibrador (marca PETRUL de 5”) en el centro del tercer entrenudo o seguido de la manifestación de

la segunda hoja heteroblastia, es decir las hojas jóvenes son desiguales en tamaño o en su forma de las hojas adultas.

3.12.8 LONGITUD ENTRENUDOS

El valor de longitud de entrenudos en cm fue registrado a partir del tercer hasta el octavo entrenudo, dependiendo de la extensión del brote o tallo desarrollado.

3.12.9 NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA

Se estimó según conteo total del número de hojas por brote o tallo desarrollado, excluyendo hojas en formación de la yema terminal.

3.12.10 LONGITUD Y ANCHO DE HOJAS

Se valoró en cm desde el punto de inserción peciolar del tallo hasta su ápice y al punto medio de la lámina, desde el tercer entrenudo en adelante por efecto de la manifestación heteroblastia de las dos primeras hojas.

3.12.11 ÁREA FOLIAR

El área foliar en cm² se estimó a los 180 días en estado de madurez mediante el método destructivo, utilizando imágenes escaneadas en un escáner (Epson L210) y, procesador de imágenes del código abierto ImageJ creado para iconografías científicas multidimensionales.

3.13 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.13.1 ANÁLISIS DE VARIABLES

Para el análisis de varianza y prueba de Tukey al 0,5% de significancia, los datos generados de la investigación sobre el efecto de aplicación de fitohormonas y caracterización en desarrollo morfológico de esquejes enraizados de *Vanilla* spp., se utilizó el Software estadístico InfoStat Student versión 2016. Para variables con valores en porcentaje fueron transformados $\arcseno \sqrt{y/100}$, para valores de cero $\sqrt{X + 1}$.

3.13.2 ANÁLISIS DE VARIANZA

Para el análisis datos procedentes (DBCA) en arreglo bi-factorial se aplicará las siguientes fuentes de variación (Tabla 5).

Tabla 5. *Análisis de varianza*

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Tratamientos (t-1)	(t - 1)	11
Bloques	(r - 1)	3
A (especies)	(a - 1)	2
B (fitohormonas)	(b - 1)	3
A x B (especies * fiormonas)	(a - 1) (b - 1)	6
Error experimental	(r-1) a x b	33
Total	(rab-1)	47

3.14 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

3.14.1 RECURSOS HUMANOS

Los recursos humanos de intervención y estudio de la investigación son: director de trabajo de titulación, responsable del trabajo innovación y colaboradores de coleta especímenes de campo.

3.14.2 EQUIPAMIENTO Y MATERIALES

Computadora, impresora, escáner, internet, cámara digital, tijeras de podar, envases de madera suave, sustratos orgánicos de turba rubia a base de *Sphagnum* sp., tela de nylon, etiquetas, láminas de papel periódico, materiales de oficina, calibrador, flexómetro, y esquejes de especímenes de *Vanilla* spp.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

Para porcentaje de sobrevivencia ($p > 0001$) a 180 días después de la plantación, señala que es significativa para el factor especies, pero para el factor fitohormonas e interacción no significativas lo que pudiera atribuirse al efecto de las fitohormonas (Anexo 17). Se constató que la especie *Vanilla* sp. obtuvo la mejor sobrevivencia del 73,7 a 90 %, seguido de *V. cribbiana* con 65,6 a 81,9 %, *V. pompona* 57,4 a 73,7 % (Figura 21). A los 180 días la media de porcentaje de sobrevivencia más alta es de *Vanilla* sp.+ Hormonagro 90%, la más baja *V. pompona* +Hormonagro 57,42%

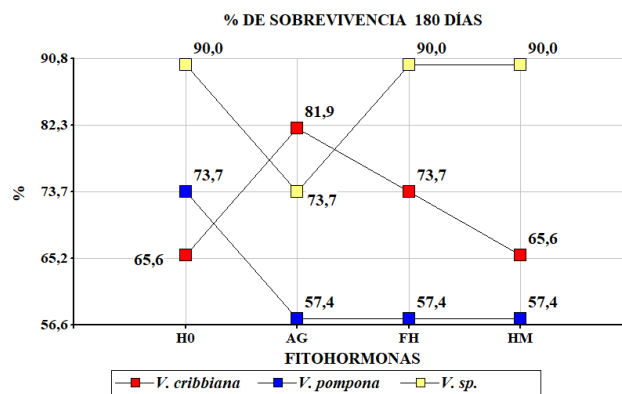


Figura 10. Interacción variable porcentaje de sobrevivencia a los 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de *Vanilla* spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador

El bajo porcentaje de sobrevivencia se puede atribuir al método de adaptación genotípica, selección y manejo de esquejes en ecosistemas húmedos, esquejes provenientes de poblaciones silvestres como lo exponen Azofeifa, Rivera, Panigua, y Cordero (2018) en el estudio morfogénético de *V. planifolia*. Los mismos autores reportan que el porcentaje de sobrevivencia del 60 % fue mejor utilizando esquejes de plantas seleccionadas en

comparación con las que no fueron seleccionadas 46%. Algo similar ocurre en experiencias de Agvik-España (2011) al utilizar diferentes sustratos siendo el tratamiento a base de turba canadiense *Sphagnum* la que mejor se comportó con 100 %, seguida por arena-tierra y fibra de coco con el 80 %.

La diferencia observada podría estar relacionada con lo anotado por Bello, García, y Iglesias (2015) quienes en un estudio de conservación de vainilla se logró el 90 % de supervivencia en presencia de 3 mg L⁻¹ de ABA a los 180 días de incubación, y mostraron 95 % de supervivencia durante la etapa de aclimatación bajo invernadero. De forma semejante Díez-Gómez (2014) consiguió a los 180 días la mayor sobrevivencia con tratamientos de inoculación sola o en combinación con la aplicación de fertilizantes químicos, con una sobrevivencia promedio del 98 %, mientras que en el control la sobrevivencia fue del 69 %.

4.2 DIAS DE EMISIÓN DE YEMAS Y HOJAS EN ESQUEJES DE VAINILLA

Para analizar el efecto de la aplicación de tres fitohormonas comerciales en el enraizamiento asimbiótico de esquejes silvestres de *Vanilla* spp., en el ecosistema Puyo-Pastaza de la Amazonia ecuatoriana, se cuantificaron las siguientes variables:

El análisis de varianza para días de emisión de yemas y hojas es significativo ($p > 0,0001$) para el factor especies, mientras para el factor fitohormonas e interacción de especies por fitohormonas no existe diferencias significativas (Anexo 4 y 5). Con uso de tres fitohormonas en tres especies: *Vanilla* sp., *V. pompona*, *V. cribbiana* el tiempo en la estimulación de yemas en *Vanilla* sp.+ Fuerza H hormona obtuvo la media más baja 39,25 días, la media más alta *V. pompona* + hormonagro con 78,75 días; en la estimulación de emisión de hojas el menor tiempo corresponde a *Vanilla* sp.+ Fuerza H hormona con una media de 52,50, la media más alta para *V. pompona* + hormonagro 98,75 días lo que demostró que la interacción especies con fitohormonas es diferente e independiente, es decir existe mayor influencia debido al comportamiento de las especies de *Vanilla* spp., que la interacción con la aplicación de fitohormonas.

Al demostrar mayor influencia en especies de *Vanilla* spp; el menor tiempo de emisión de brotes fue de 39, a 43 días, hojas 53 a 58 días para la especie *Vanilla* sp., mientras que *V.*

pompona fue más tardía de 71 a 79 días para brotes y 90 a 99 días para la emisión de hoja. *V. cribbiana* reportó valores intermedios 60 a 65 días emisión de yemas y 80 a 84 días emisión de hojas (Figura 10a y10b), valores que se encuentran en rangos diferentes a lo descrito por Arango y Moreno (2014) en el estudio inicial de la *V. planifolia* en Colombia las cuales fueron colocadas sobre material vegetal secundario existente en la zona, también se aplicó fertilizante foliar. Además, dependen del tipo de esqueje y diversidad genética manejada (Osuna, et al., 2016).

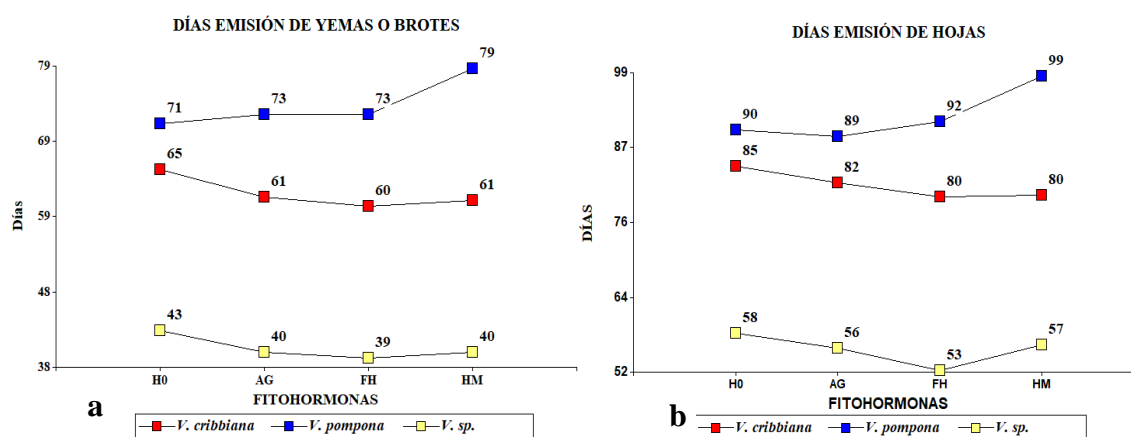


Figura 11. Interacción de Fitohormonas*Especies a) días emisión de yemas o brote, b) días emisión de hojas con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de *Vanilla* spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador

4.3 PORCENTAJE ENRAIZAMIENTO

El análisis de varianza para el porcentaje de enraizamiento evaluado a 90 días de la plantación en relación al número de esquejes con brotes y raíces (Anexo 6), es significativa para el factor especies, no significativo para el factor fitohormonas ni para la interacción de especies por fitohormonas. Resultados que indican que el efecto de aplicación de fitohormonas en esquejes de *V. pompona*, *V. cribbiana* y *Vanilla* sp., no influyeron en la estimulación para la formación y desarrollo de raíces, de tal manera que cada especie actúa de forma diferente e independiente. Se evidencia que *V. sp.* + Hormonagro tiene la media de 90% de enraizamiento, *V. pompona* + Hormonagro la media más baja 54,80%. Mientras que la especie *Vanilla* sp. con el mayor promedio en porcentaje de enraizamiento del 90%, seguido de *V. cribbiana* entre 63,6 - 81,2 %, para *V. pompona* 54,8 - 81,2% (Figura 11); resultados que se puede atribuir al manejo de esquejes en estado silvestre en diferente grado

de madurez fisiológica, condiciones ambientales diferentes a su hábitat como lo describe Osuna, et al. (2016). Sobre la base de turba rubia TS1 con estructura granulométrica fina a media, difiere con lo recomendado por Padilla (2011) trabajo que recomienda que un sustrato prefabricado para sembrar vainilla debe ser a base de tallos y ramas con granulometría gruesa para permitir la acumulación de varias formas de vida para generar y atrapar materia orgánica que puedan ser asimiladas por las raíces de la vainilla.

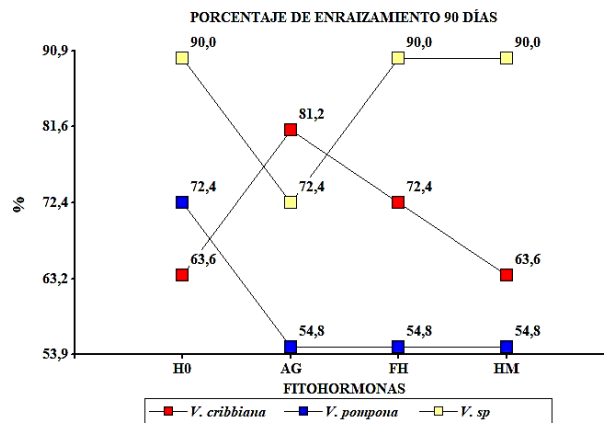


Figura 12. Interacción de Fitohormonas*Especies del porcentaje de enraizamiento a los 90 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de *Vanilla* spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador

Del mismo modo De la Cruz, et al. (2014) en estudios sobre propagación vegetativa de *Vanilla* sp. comprobaron que una combinación del sustrato de la fabricación de contrachapados denominado arboriente que posee una textura gruesa, más Ácido 1-naftilacético 0,1 g/cm³ fue el mejor tratamiento en zonas de vida del bosque muy húmedo Pre-Montano de Napo-Ecuador.

Se pudo comprobar que los resultados fueron equivalentes a los aplicados por Alvarado y España (2006), quienes determinaron que las plantas de vainilla no respondieron a la aplicación de ácido indolbutírico en dosis de 3 a 9 mg para enraizamiento de estacas y acodos aéreos, por lo que recomendaron realizar la propagación por medio de enraizamiento de estacas, sin ninguna aplicación.

4.4 NÚMERO RAÍCES POR ESQUEJE Y RAÍCES POR NODO

Del análisis de varianza para el número de raíces por esqueje y raíces por nodo (Anexo 7 y 8) se demostró que no hay diferencias significativas entre especies y fitohormonas, así como interacción entre ellas, es decir que el número de raíces por esqueje y raíces por nodo no está influenciado por la aplicación exógena de fitohormonas, lo que demuestra que los efectos fisiológicos del factor especies son independientes entre sí, frente a los controles con y sin fitohormonas. La media de número de raíces por esqueje fue de 2,50 para *Vanilla sp.*+ Hormonagro, la más baja 1,25 para *V. pompona* + Hormonagro. La media de raíces por nodo para *V. pompona* + Acigib 1,25, el menor número para *V. pompona* +Hormonagro de una raíz por nodo.

Se observó que el número promedio de raíces en tres nodos por esqueje en contacto sobre el sustrato correspondió a *Vanilla sp.* a 2 - 3 raíces, seguido de *V. pompona* y *V. cribbiana* con 2 raíces. En cambio, el número de promedio de raíces por nodo fue *V. cribbiana* y *V. pompona* con 1,3; mientras que *Vanilla sp.* presentó 1 raíz. (Figura 12a y 12b).

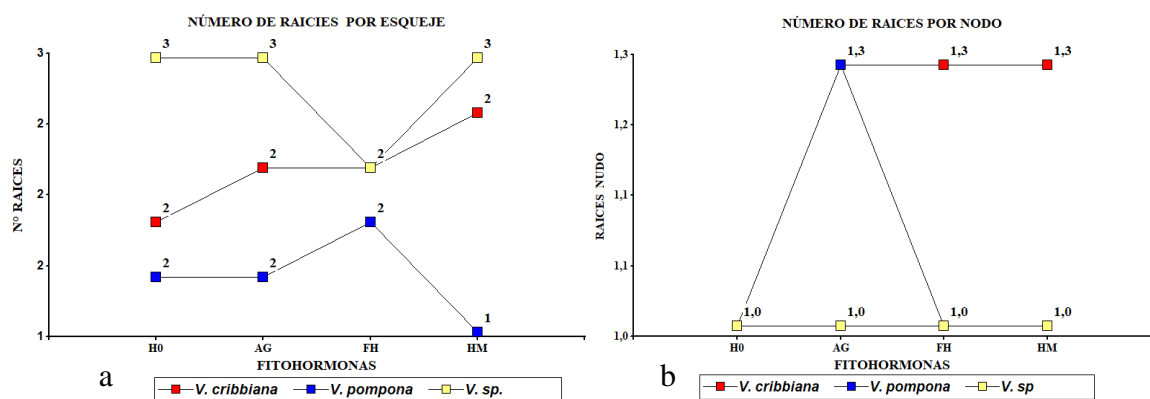


Figura 13. Interacción de Fitohormonas*Especies a) número de raíces por esqueje, b) número de raíces por nodo a 180 días de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de *Vanilla* spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador

Este resultado puede deberse posiblemente, a que las fitohormonas empleadas no tuvieron un reconocimiento de las células blanco y/o de proteína receptora para originar un cambio metabólico o a que los esquejes fueron cosechados con suficiente acumulación de reguladores de crecimiento, que le otorga mayor capacidad de los tejidos de sintetizar IAA,

lo que favoreció el movimiento basipétalo para que las mismas presenten brotes y enraizar con facilidad como lo explica (Hernández, Aramendiz, y Cardona, 2005).

4.5 LONGITUD DE RAÍCES

El análisis de varianza en los tratamientos para longitud de raíces a los 180 días (Anexo 9), son no significativas entre especies y fitohormonas y la interacción entre ellas. Esto revela que posiblemente la aplicación del ácido 1-naftalenacético (A.N.A) al 0,4%, citoquininas más auxinas y Ácido Giberélico (Ga3) no influenciaron en la longitud de raíces (Figura 4). De manera general indica que el efecto del factor especies es independiente. *V. pompona* + Fuerza H Hormonas registro la media más alta de longitud de raíz 30,13 cm; la más corta *Vanilla* sp. + sin hormona 16,70 cm.

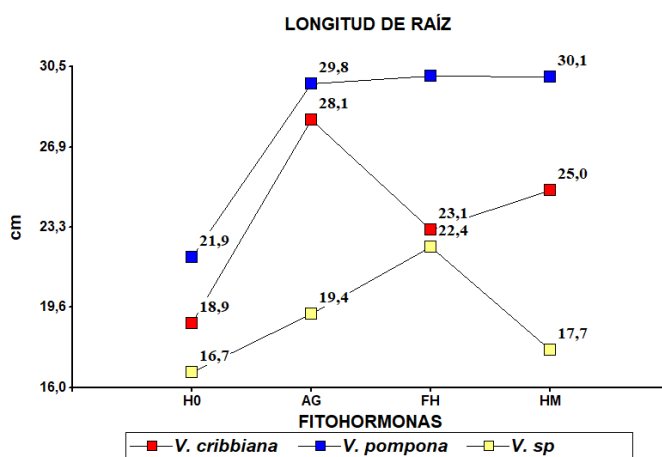


Figura 14. Interacción de Fitohormonas*Especies de longitud de raíces a los 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de *Vanilla* spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador

Se pudo evidenciar que la especie *V. pompona* con un promedio de 21,9 a 30,1 cm, *V. cribbiana* de 18,9 a 25,0 cm y *Vanilla* sp. con 16,7 a 22,4 cm de longitud de raíz alcanzada son características fenotípicas propias de cada especie silvestre, influenciada por factores ambientales y propiedades físico químicas del sustrato (Figura 13). La respuesta de la planta a la auxina depende de su concentración y de la sensibilidad de los tejidos, además la regulación de la concentración hormonal endógena implica procesos metabólicos de biosíntesis, conjugación y oxidación; por otro lado, la temperatura y sobre todo, las condiciones luminosas en que se desarrollan las plantas pueden modificar profundamente la síntesis de giberelinas como lo describen Azcón y Talón (2013). Por otra parte se presume

de una posible biodegradación de la composición química de las fitohormonas comerciales durante su permanencia planta - sustrato o su efecto fisiológico es específico.

Para caracterizar el desarrollo morfofisiológico de esquejes enraizados de *Vanilla* spp en el ecosistema Puyo-Pastaza de la Amazonia ecuatoriana se evaluaron las siguientes variables:

4.6 LONGITUD DE BROTE O TALLO

El análisis de varianza (Anexo 10, 10A, 10B, 10C y 10D) para longitud de brote o tallo a los 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la plantación, es significativa para el factor especies ($p > 0.0001$) e interacción de especies x hormonas (p valor entre 0,011 - 0,0042) para promover la bioestimulación inicial del desarrollo longitudinal del tallo (Figuras 14a, 14b, 14c y 14d). Mientras que para el factor fitohormonas fue no significativa.

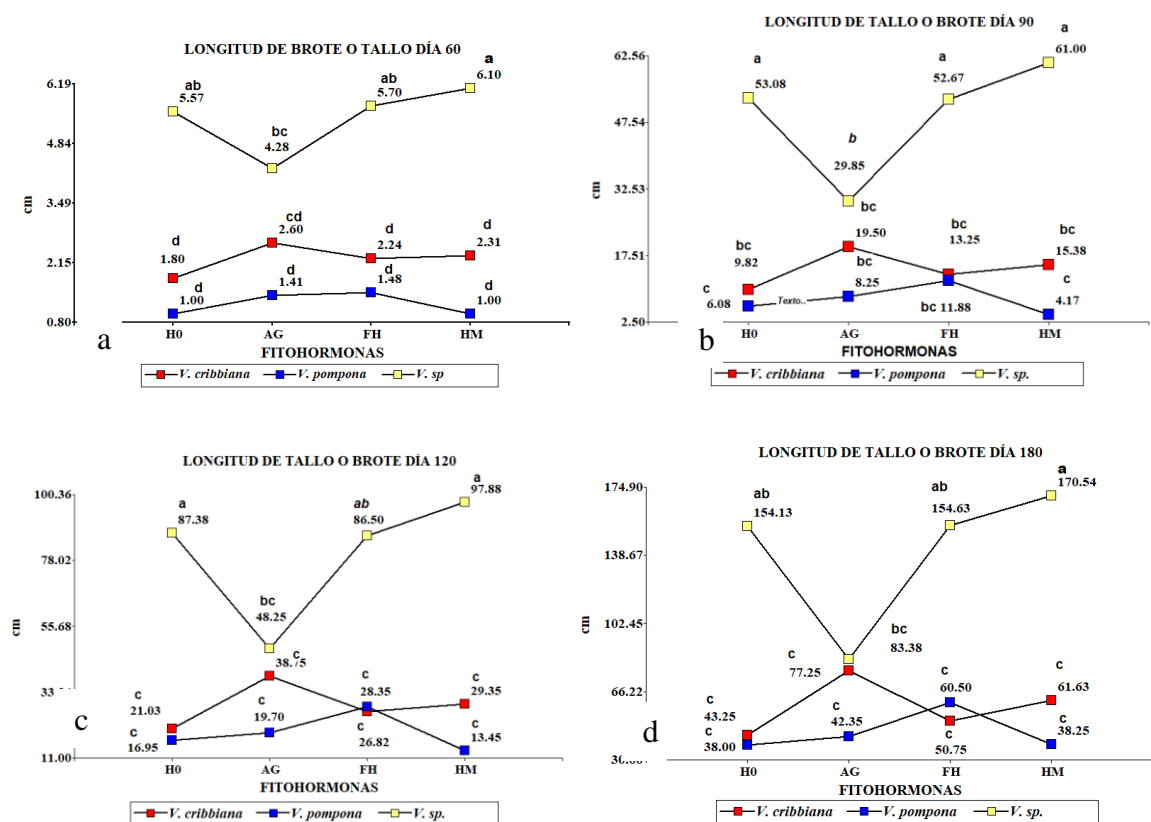


Figura 15. Interacción para la variable longitud de brote o tallo a) 60 días, b) 90 días, c) 120, y d) 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de *Vanilla* spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador

Mediante la separación de medias en la prueba de Tukey al 0,5% en longitud de brote o tallo, la especie *Vanilla* sp. fue superior en relación a *V. cribbiana* y *V. pompona* en todas las

fechas de evaluación, a los 180 días la media más larga de longitud de tallo la obtuvo *V. sp.* + hormonagro 170,54, cm *V. pompona* sin hormona 38 cm valores que se asume a la influencia del ácido 1-naptalenacético (A.N.A) 0,4% del producto comercial Hormonagro, seguido de Fuerza H Hormonas conformada por el ácido naphthalen acético, ácido índol acético, ácido giberélico, boro, bioestimulante, cisteina y citoquinina, además favorecida por factores de control genético de cada especie, ambiente como: intensidad de luz, temperatura, y disponibilidad de nutrientes como lo determina (Pérez, 2017). En comparación con el trabajo De la Cruz et al. (2014), *Vanilla pompona* con 50 cm promedio está en concordancia al utilizar sustrato de la fabricación de contrachapados de granulometria gruesa con aplicación de hormonas. Igualmente en pruebas sobre longitud del tallo y biomasa en plantas de vainilla a 180 y 480 días después de la plantación el sustrato hojarasca + chips de madera tuvo un efecto significativo similar (Díez-Gómez, 2014).

Trabajos como los de Olivares (2010) reportan que, la vainilla puede alcanzar una longitud entre 150 y 175 cm bajo cubierta de sarán con un 50 % de luminosidad, mediante la aplicación de reguladores de crecimiento y un diámetro de 0,89 cm en un periodo de 7 meses. De las evidencias anteriores Hernández y Sánchez (2011) explican, que para su propagación comercial de la vainilla se debe seleccionar esquejes de plantas de alto rendimiento y calidad de frutos, las mismas que tienen una gran capacidad para enraizar; por otra parte demuestra que la temperatura favorece la emisión de brotes y crecimiento vegetativo. Sin duda de lo anotado los datos obtenidos en este estudio defieren por uso de material vegetativo heterogéneo de origen silvestre y no comercial.

4.7 DIÁMETRO DE BROTE O TALLO

Para diámetro de brote o tallo a los 60, 120 y 180 días después de la plantación, demuestran que es significativa para el factor especies, no significativas para el factor fitohormonas y la interacción especies x hormonas (Anexo 11, 11A y 11B).

Al haber encontrado diferencias estadísticas entre especies, se observó que *V. pompona* obtuvo un diámetro promedio de 1,4 cm, *V. cribbiana* y *Vanilla sp.* con 1,2 cm sin una variación notable hasta 180 días después de la plantación; lo que significa que su expresión es una característica genética propia de cada especie bajo condiciones ambientales

establecidas (Figura 15, 15a y 15c). A los 180 días la media de diámetros de brote o tallo es superior para *V. pompona* + Hormonagro 1,37 cm, la más baja para *Vanilla* sp. + Acigib 1,19 cm.

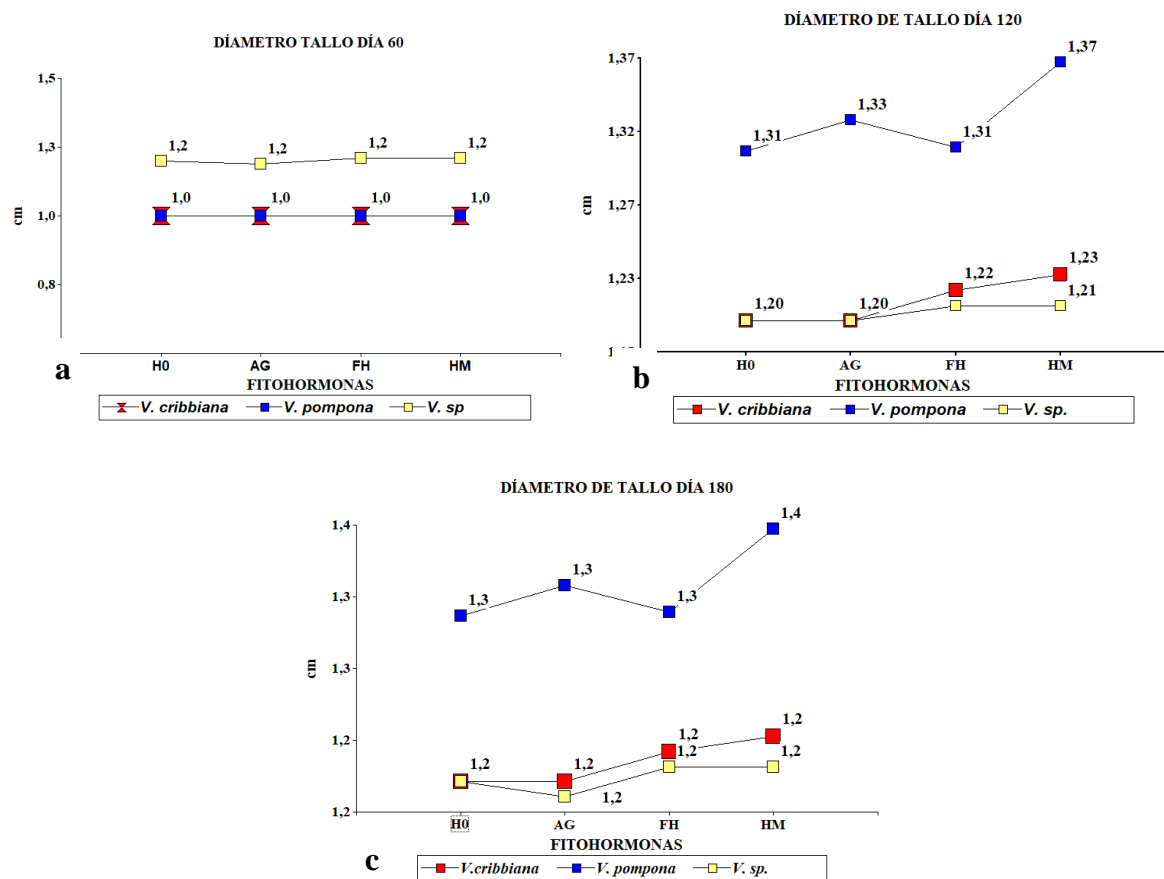


Figura 16. Interacción para la variable diámetro de brote o tallo a) 60 días, b) 120 días y c) 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de *Vanilla* spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador

Lo anterior coincide con los valores encontrados de 9,4 a 1,38 cm de diámetro en los estudios de *V. pompona* en la zona de Chapingo-México establecidos por Castillo y Engleman (1993). Los trabajos como los de Flores et al. (2018) reportaron una media de 2,98 cm que no son significativas entre diámetro apical del tallo y genotipos, mientras que Alvarado y España (2006) y Soto (2009a) determinaron que *V. pompona* alcanza un diámetro de hasta 2,5 cm superior a lo obtenido en el experimento.

Por el contrario Menchaca-García (2012) consigue plantas obtenidas de cuatro cruces con un efecto sobre diámetro del tallo mayor de 0.43 cm en las plantas provenientes del híbrido *V. pompona* x *V. planifolia*. En ensayos similares por De la Cruz et al. (2014) observaron

que en la interacción sustrato x hormona para diámetro de brotes a los 150 días no presentó diferencias significativas; sin embargo, se sitúa en primer lugar al tratamiento con Sustrato arboriente + Turba Negra + dosis cero de Hormona. Supuestamente se podría decir que las hormonas tampoco actúan en el grosor del tallo.

4.8 LONGITUD DE ENTRENUDOS

A los 60 es significativo para el factor especies, mientras que a partir de los 90, 120, 150 y 180 días no significativas para la variable ($p > 0,0001$) con respecto al factor especies, fitohormonas e interacción de especies por fitohormonas (Anexo 12, 12A, 12B, 12C y 12 D). Esto permite inferir que el crecimiento fisiológico de los entrenudos no está asociado con la aplicación de fitohormonas exógenas en dosis recomendadas por el fabricante, es decir que más bien podría existe una influencia de interacción genotipo-ambiente sobre especies de *Vanilla* spp. (Figura 16).

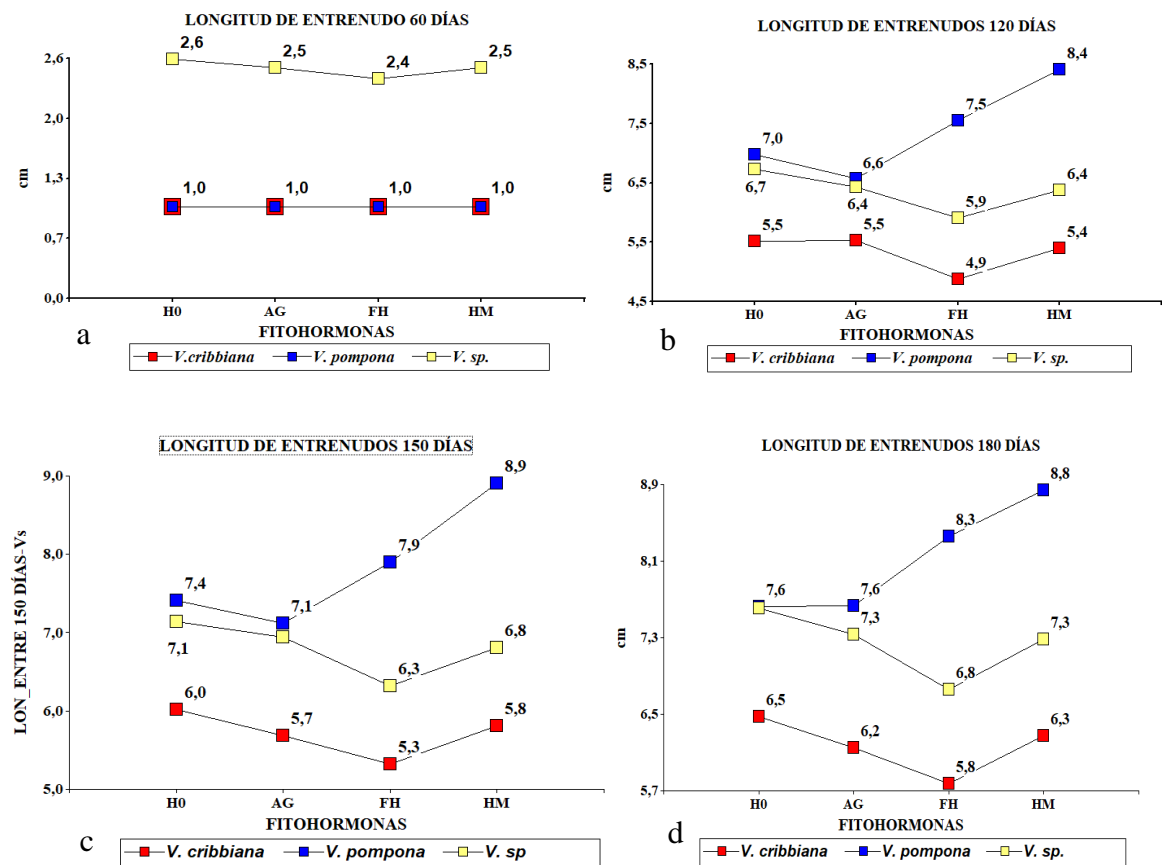


Figura 17. Interacción para la variable longitud de entrenudos a) 60 días, b) 120 días, c) 150 y d) 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de *Vanilla* spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador

Según los datos observados en distancia entre nodos a partir del nodo dos, segunda hoja heteroblastica, a los 60 días *Vanilla* sp. desarrolló un promedio de 2,4 a 2,6 cm de longitud entre nodos seguido de *V. pompona* y *V. cribbiana* con 1cm, mientras que a los 90, 120, 150 y 180 días después de la plantación no variaron en su longitud. A los 180 días la media para longitud de entrenudos es más alta en *V. pompona* + Hormonagro 8,83 cm, la más baja *V. cribbiana* + Fuerza H Hormona 5,78 cm. En relación con lo demostrado por Alvarado y España (2006) y Díaz et al. (2018) en datos de distancia de entrenudos de media de 12,70 cm de *V. pompona*, *V. planifolia*, *V. insignis* y *V. odorata* fueron menores los obtenidos en este experimento, y muy cercanos a los estudios de Ferreira et al. (2017) 9,9 cm sobre caracterización de *V. pompona*; mientras que, en el análisis de información de especies del género *Vanilla* en México están en concordancia con lo descrito por Soto (2009b) para *V. cribbiana* con un largo entre 3 a 9 cm. En comparación con el estudio De la Cruz (2018) sobre caracterización morfológica de *Vanilla* sp. en ecosistema Napo-Pastaza Amazonia ecuatoriana, los valores internodales fueron similares.

Por otra parte Arango y Moreno (2014) mediante el análisis de dimensiones de las estructuras morfológicas en desarrollo inicial de *V. planifolia* encontraron que el número de entrenudos es un buen indicador de otras variables respuesta en la domesticación de plantas de poblaciones silvestres.

4.9 NÚMERO DE HOJAS POR BROTE O TALLO

Según el análisis de varianza para número de hojas por brote es significativo para el factor especies ($p > 0,0001$), el factor fitohormonas e interacción de especies por fitohormonas a los 180 días no significativa (Anexo 13). En la Figura 17 se observaron que especie *Vanilla* sp. desarrolló mayor promedio de hojas 15,88, y con menor cantidad se encuentra *V. pompona* y *V. cribbiana* seguidas en una sola categoría con un número de 7,31 para *V. pompona* y 5,44 para *V. cribbiana*. La media más alta de número de hojas por brote es *Vanilla* sp. sin Hormona 17,75, más baja para *V. pompona* + Hormonagro 4,25. Esto permite especificar que el crecimiento fisiológico de hojas no está favorecido por fitohormonas exógenas, es decir existe una expresión fenotípica de cada especie de vainilla. En la bibliografía científica no se encontró reportes sobre número de hojas en estado inicial de

crecimiento de plantas de *Vanilla* spp., por lo que este trabajo constituye la primera información en la Amazonia ecuatoriana.

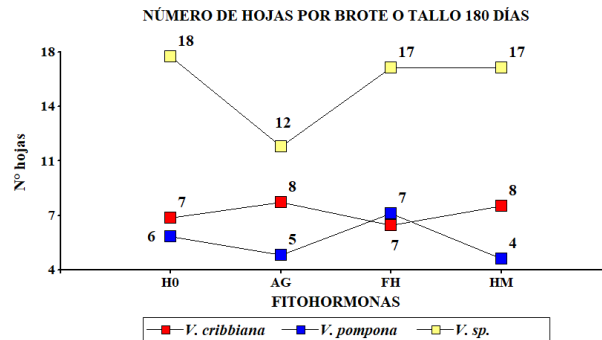
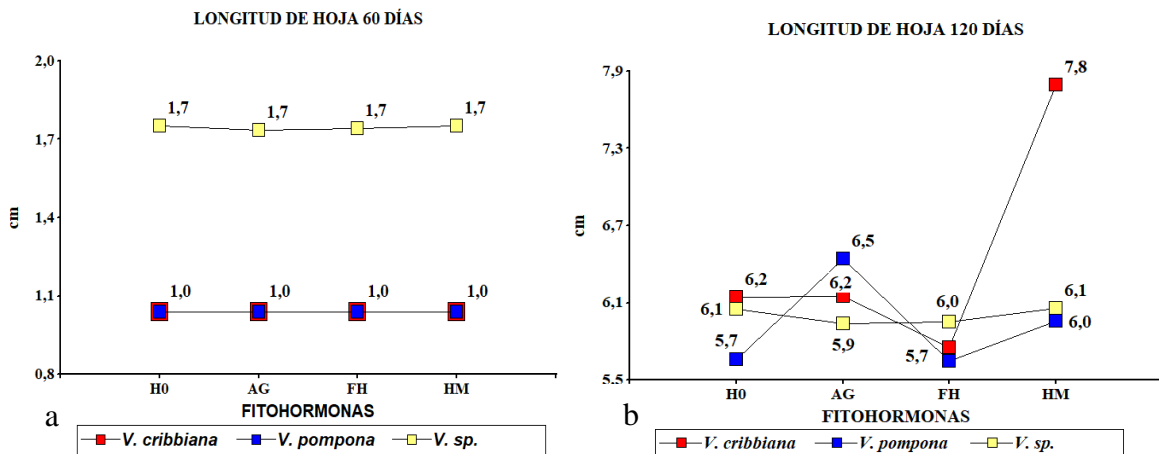


Figura 18. Interacción de la variable número de hojas por brote o tallo a los 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de *Vanilla* spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador

4.10 LONGITUD DE HOJAS

La variable longitud de hojas, de acuerdo a los análisis de varianza obtenido (Anexo 14, 14A, 14B, 14C y 14D,) demuestra es significativo para el factor especies a los 60, 90, 150, 180 días excepto a los 120, mientras que el factor fitohormonas e interacción de especies x hormonas no significativos (Figura 18a, 18b, 18c y 18d).



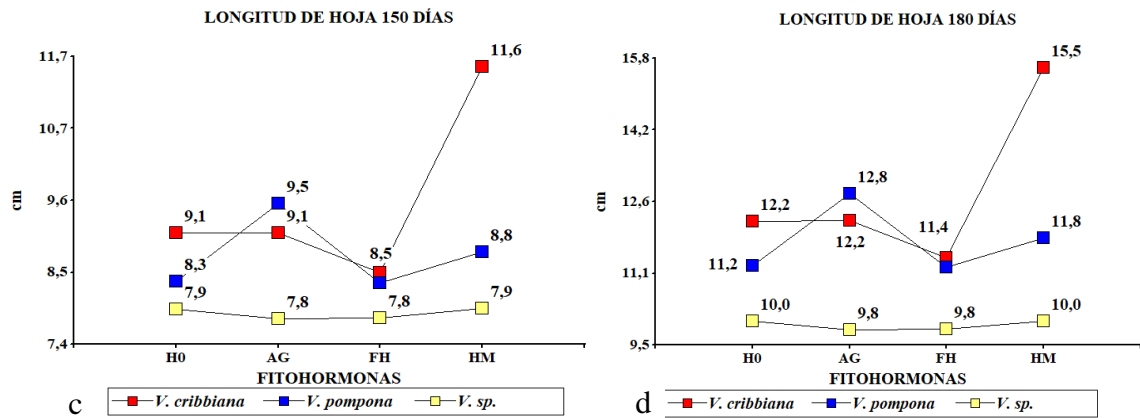


Figura 19. Interacción de la variable longitud de hoja por brote o tallo a los a) 60 días, b) 120 días, c) 150 días y d) 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de *Vanilla* spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador

El dato observado en longitud de hojas entre especies a los 150 - 180 días después de la plantación la especie *V. cribbiana* alcanzó un promedio más alto de 12,2 a 15,5 cm, seguido de *V. pompona*, mientras que *Vanilla* sp. fue menor; en cambio a los 60 – 120 el crecimiento fue diferente para *V. pompona* y *Vanilla* sp. A 180 días la media más alta de longitud de hoja *V. cribbiana* + Hormonoagro 15,55 cm, la más baja *Vanilla* sp. + Acigib 9,83 cm. Derivaciones que podría estar relacionado con el ensayo de Vargas y Gámez (2014) quienes obtuvieron valores superiores en la producción de vainilla en tres sistemas de producción, de igual modo Velásquez (2004) define la longitud de hoja como una característica morfológica de la especie de 10 a 20 cm, por otra parte Díaz et al. (2018) en el estudio de datos morfológicos y fitoquímicos de las especies de vainilla en México, su longitud foliar de 21,60 cm fue superior para *V. pompona*. En comparación con Soto & Cribb (2010) en la nueva taxonomía de especie de vainilla se pudo evidenciar que los resultados fueron inferiores. En cuanto los valores van de 10 a 21 cm dependiendo de la especie.

Esto explica que las especies en estado inicial no alcanzaron su madurez fisiológica para alcanzar su capacidad morfogenética varietal. Todo parece explicar que la variación en el tamaño de las hojas de cada especie no está favorecida por fitohormonas exógenas, si no al efecto asociado con tamaño, diámetro y edad del esqueje proveniente de una población en estado silvestre utilizado como material de propagación en comparación al grupo control.

4.11 ANCHO DE HOJAS

Los resultados del análisis de varianza para el factor especies ($p > 0001$) son significativas a los 60 – 90 y 180 días, no significativo entre los 120 – 150 días; en cuanto fitohormonas y la interacción especies x fitohormonas no fueron significativo de los 60 a 180 días después de la plantación (Anexo 15, 15A, 15B, 15C y 15D). La Figura (19a y 19b) se observa la especie *Vanilla* sp. a los 60 días tiene mayor promedio en cuanto al ancho de la hoja con 1,3 cm debido a su temprana emisión del brote o tallo, a diferencia de los 180 días, ésta es superada por *V. cribbiana* con 3,4 a 3,9 cm seguido de *V. pompona* de 3,4 a 3,6 cm. La media de ancho de hoja a los 180 días fue mayor para *V. cribbiana* + Hormonoagro 3,92 cm, la más baja *Vanilla* sp. + Acigib 2,78 cm igualmente, en estudios sobre sustratos y dosis de Ácido α Naftalenacético en la propagación de esquejes de vainilla ejecutado por De la Cruz et al. (2014) indicaron que los anchos de hoja a los 80 días no presenta diferencias estadísticas.

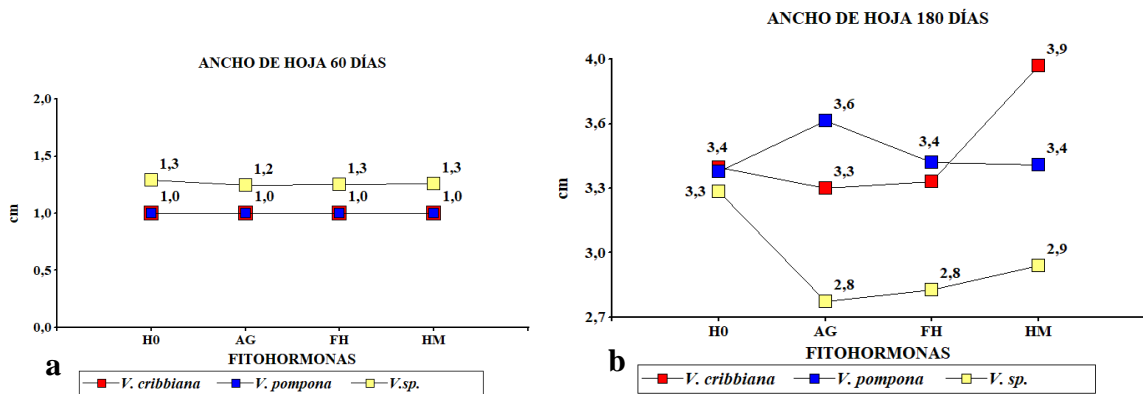


Figura 20. Interacción de la variable ancho de hoja por brote o tallo a los a) 60 días, b) 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de *Vanilla* spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador

Como se ha mostrado, el desarrollo fisiológico en ancho de hojas no está beneficiado por adición exógenas de fitohormonas, es decir existe diferencia de caracteres morfológicos de cada especie, los cuales pueden ser afectados por el ambiente (Rodríguez-Covarrubias, 2012).

Los efectos adquiridos en *V. pompona* difieren con los de Soto y Cribb (2010), quienes expusieron un crecimiento de 8 – 13,7 cm de ancho, de manera análoga indica Díaz et al. (2018) en datos morfológicos del género vainilla y en concordancia con lo puntualizado por Velásquez (2004) en la definición de características botánicas de éste espécimen. Acorde

con la información de caracterización morfológica del género *Vanilla* en el ecosistema Napo-Pastaza de la amazonia ecuatoriana, De la Cruz et al. (2018) se pudo evidenciar valores de 4,6 - 6,77 cm cercanos para *V. cribbiana* y 2,80 - 5,60 cm para *Vanilla* sp.

4.12 ÁREA FOLIAR

El área foliar, de acuerdo al análisis de varianza ($p > 0001$) indica que es significativa para el factor especies, no significativas para el factor fitohormonas e interacción a los 180 días (Anexo 16), esto muestra que *V. cribbiana* y *V. pompona* tienen un crecimiento promedio similar de 34,4 a 31,1 cm^2 , mientras que *Vanilla* sp. con valores inferiores de 19,18 cm^2 . A los 180 días la media del área foliar es mayor en *V. cribbiana* + Hormonagro 42,07 cm^2 , menor en *Vanilla* sp. + Acigib 18,20 cm^2 (Figura 11) resultado favorecido por características genéticas de cada especie, manejo y ambiente (Rodríguez-Covarrubias, 2012), por lo tanto la aplicación de fitohormonas no es determinante en la ampliación del área foliar.

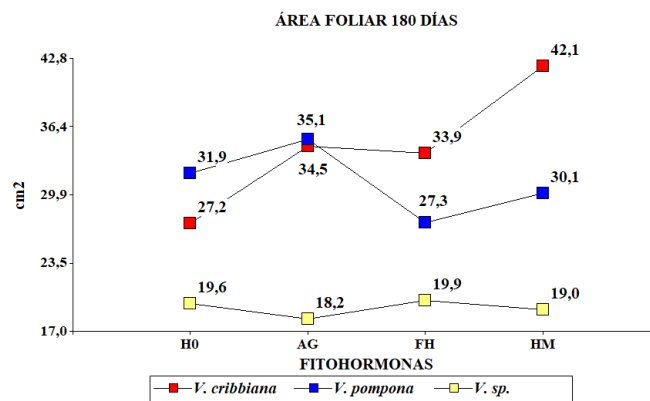


Figura 21. Interacción de la variable área foliar a los 180 días después de la plantación, con aplicación de fitohormonas en tres especies silvestres de *Vanilla* spp. Puyo-Pastaza 2019. Fuente: Investigador

El resultado encontrado no están en concordancia con Martínez & Engleman (1993) quienes informaron un área foliar de 87 a 130 cm^2 en la caracterización de dos tipos de *V. planifolia*, donde el valor obtenido es correlacionado con longitud de entrenudos y la tasa de crecimiento de la planta. Entre las características relevantes se observaron que el área foliar no es un buen indicador en comparación con el número de entrenudos para la evaluación inicial de la vainilla como detalla Arango y Moreno (2014). Esto parece confirmar que en estado inicial de desarrollo de una planta las hojas son variables con respecto a su madurez fisiológica.

Por lo contrario, en la matriz del componente rotado de características morfológicas de género vainilla en ecosistema Napo-Pastaza, De la Cruz et al. (2018) identificaron que el 42,4% de la varianza explicada corresponde a área foliar, ancho de hojas y longitud de hojas que determinan la variabilidad morfológica de un espécimen adulto. De manera semejante Ordoñez, Otero, y Díez, (2012) indicaron que la variable área foliar con rango de 122,62 a 252,16 cm² son no significativas con utilización de hongos endófitos en el crecimiento de *V. planifolia*.

CONCLUSIONES

La aplicación de fitohormonas de Hormonagro # 1, Acigib y Fuerza H hormonas en dosis comerciales no influyeron en el enraizamiento de esquejes de *V. pompona*, *V. cribbiana* y *Vanilla* sp.

En la especie *Vanilla* sp. el crecimiento longitudinal del brote o tallo es determinante al efecto de la fitohormona Hormonagro # 1 y Fuerza H hormonas en comparación con la especie *V. pompona*, *V. cribbiana* y grupo de control

La especie *V. pompona* resultó la más tardía en la respuesta morfométrica de *V. cribbiana* y *Vanilla* sp.

RECOMENDACIONES

Probar mayores niveles de auxina para enraizamiento de esquejes de especies del género *Vanilla*.

Evaluar el efecto simbiótico y asimbiótico sobre el enraizamiento de esquejes de vainilla.

Aumentar el endurecimiento de esquejes de cinco a 12 días antes de la plantación, para favorecer la salud de las plantas.

Realizar la propagación de especies comerciales de vainilla controlando su tamaño, diámetro, edad, estado fitosanitario y sustratos con propiedades físico químicas adecuadas.

Promover estudios sistemáticos de poblaciones silvestres de vainilla para el fomento en la producción comercial de plantas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Mendoza, Z., Aguirre Mendoza, N., y Muñoz Ch, J. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 523–542. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24206>
- Agvik España, E. X. (2011). Enraizamiento y aclimatación de plántulas de *Vanilla planifolia* Andrews provenientes de cultivo de tejidos con fines de conservación. Retrieved from <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/tesis/B214.pdf>
- Alvarado, D., y España, E. (2006). *Búsqueda, colecta, caracterización y preservación de materiales de Vainilla (Vanilla spp.) en la región Sur-Occidental de Guatemala*. Retrieved from <http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puirna/INF-2005-017.pdf>
- Alvarez, G. (2014). Caracterización y potencial de uso de especies frutales nativas de la región sur de la amazonia ecuatoriana. *Revista CEDAMAZ*, 5. Retrieved from https://unl.edu.ec/sites/default/files/investigacion/revistas/2014-9-5/7_articulo_de_investigacion_-_54_-_62_c2.pdf
- Arango, D. A., y Moreno, F. (2014). Desarrollo inicial de la vainilla (*Vanilla planifolia* andrews, orchidaceae) bajo diferentes usos de la tierra y condiciones climáticas en Colombia. Retrieved from http://www.cnf.org.pe/secretaria_conflat/memorias/DOCUMENTO_MESAS/MESA
- Azcón Bieto, J., y Talón, M. (2013). *Fundamentos de fisiología vegetal* (2 ed.). (U. d. Barcelona, Ed.) Madrid: McGraw-Hill-Interamericana.
- Azofeifa-Bolaños, J. B., Paniagua-Vásquez, A., y García-García, J. A. (2014). IMPORTANCIA Y DESAFÍOS DE LA CONSERVACIÓN DE *Vanilla* spp. (ORQUIDACEAE) EN COSTA RICA. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 189–202. Retrieved from http://www.mag.go.cr/rev_meso/v25n01_189.pdf
- Azofeifa, J. B., Rivera, G., Panigua, A., & Cordero, R. (2018). Qualitative selection of cuttings of *Vanilla planifolia* Andrews on the survival and morphogenetic development. *Agronomía. Mesoamérica*, 29(3), 619–627. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.32213>

- Bello-Bello, J. J., García-García, G. G., & Iglesias-Andreu, L. (2015). Conservación de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks.) bajo condiciones de lento crecimiento in vitro. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(2), 165–171.
- Bory, S., Grisoni, M., Duval, M.-F., & Besse, P. (2008). Biodiversity and preservation of *Vanilla*: present state of knowledge. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55(4), 551–571. <https://doi.org/10.1007/s10722-007-9260-3>
- Cañadas, L. 1983. El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. MAG – PRONAREG. Quito – Ecuador. p. 210
- Caro, L. F. y Castaño, B. (2014). *Protocolos de aprovechamiento para la flora silvestre no madeble*. Retrieved from <http://infobosques.com/portal/wp-content/uploads/2017/05/PROTOCOLOS-FINAL.pdf>
- Castillo Martínez, R., & Engleman, E. (1993). Caracterización de dos tipos de *Vanilla planifolia*. *Acta Botanica Mexicana*, (25), 49 - 59.
- Cuero Valencia, K., Ledezma, E., Palacios, L., y Benavides, A. (2014). Biología floral de *Vanilla cribbiana*, *V. planifolia* y *V. trigonocarpa*. (C. p. (CIB), Ed.) Recuperado el 15 de febrero de 2019, de https://vainillasdelpacifico.files.wordpress.com/2014/09/vainilla_poster_biologia-reproductiva-sep-2014-wordpress.pdf
- Davies, F., Geneve, R., Wilson, S., Hartmann H., & Kester, D. (2018). *Plant Propagation: Principles and Practices*. (Pearson, Ed.) (9th ed.). Boston. Retrieved from <https://www.pearson.com/us/higher-education/program/Davies-Hartmann-Kester-s-Plant-Propagation-Principles-and-Practices-9th-Edition/PGM334328.html>
- Dehgan, B. (2014). *Public garden management: a global perspective*. <https://www.amazon.es/Public-Garden-Management-Global-Perspective/dp/1493161784>
- De la Cruz, W., Dominguez, J., de la A, V., y Díaz, L. (2014). Evaluación del efecto de cinco sustratos y una dosis de Ácido α Naftalen-acético (ANA) en la propagación

de esquejes de vainilla (*Vanilla* sp). (U. E. Amazónica, Ed.) *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 3(3), 198.

De la Cruz, W. (2018). Caracterización morfológica del género *Vanilla* en el ecosistema Napo-Pastaza de la Amazonia ecuatoriana (tesis de maestría). Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.

Díaz, M., Francisco, G., Espinoza, J., Barrales, H., Reyes, C., Herrera, B., & Soto, M. (2018a). Morphological and phytochemical data of *Vanilla* species in Mexico. *Data in Brief*, 20, 1730–1738. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.08.212>Díez-Gómez M. C. (2014). *Ecofisiología de la vainilla *Vanilla planifolia* Andrews*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/49347/1/43054505.2015.pdf>

Díez Gómez M. C. (2014). *Ecofisiología de la vainilla *Vanilla planifolia* Andrews*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/49347/1/43054505.2015.pdf>

FAO. (2012). *Ecuador - Nota de Análisis Sectorial: Agricultura y Desarrollo*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/ak168s/ak168s00.pdf>

FAO. (1996). Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo. *Conferencia Técnica Internacional Sobre Los Recursos Fitogenéticos Leipzig, Alemania 17–23 de junio de 1996*, 85. Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/016/aj633s.pdf>

Ferreira, A. W. C., de Oliveira, M. S., Silva, E. O., Campos, D. S., Pansarin, E. R., & Guarçoni, E. A. E. (2017). *Vanilla bahiana* Hoehne and *Vanilla pompona* Schiede (Orchidaceae, Vanilloideae): two new records from Maranhão state, Brazil. *Check List*, 13(6), 1131–1137. <https://doi.org/10.15560/13.6.1131>

Flores, Á., Reyes, D., Jiménez, D., Romero, O., Rivera, J., Huerta, M., Pérez, A. (2017). *Diversidad de *Vanilla* spp. (Orchidaceae) y sus perfiles bioclimáticos en México*. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN (Vol. 65)*. Retrieved from <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/viewFile/29438/29994>

- Flores, R. G., Herrera, B. E., Velasco, J., Salazar V.M., Delgado, A., y Mendoza, M. C. (2018). Determinación preliminar de componentes de rendimiento para el cultivo de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) en la región Totonacapan, México. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/325331801>
- García-Martínez, I., Hernández Silva, E., y García-Martínez, I. (2010). Brasinoesteroides en la agricultura. I. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(2), 441–450. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000200441
- Gigant, R., Bory, S., Grisoni, M., & Besse, P. (2011, December 2). Biodiversity and Evolution in the *Vanilla* Genus. *The Dynamical Processes of Biodiversity - Case Studies of Evolution and Spatial Distribution*. <https://doi.org/10.5772/24567>
- González-Chávez, M., Carrillo, R., Villegas, A., Delgado, A., Perea, S., y Herrera, B. (2018). Uso de vermicompost para la propagación de estacas de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews). *Agroproductividad*, 11(3). Retrieved from <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/215>
- Herrera-Cabrera, B.E., Hernández, M., Vega, M. y Wegier, A. 2017. *Vanilla pompona*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T105878897A105878899. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T105878897A105878899>.
- Herrera-Cabrera, B. E., Salazar-Rojas, V. M., Delgado-Alvarado, A., Campos-Contreras, J., y Cervantes-Vargas, J. (2012). Use and conservation of *Vanilla planifolia* J. in the Totonacapan Region, México. *EUROPEAN JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCES*, 2(1), 43–50. <https://doi.org/10.14712/23361964.2015.37>
- Hernández, R. J., Aramendiz, H., y Cardona, C. (2005). Influencia del ácido indolbutírico y ácido naftalenoacético sobre el enraizamiento de esquejes de caña flecha (*Gynerium sagittatum* Aubl.). (U. d. Córdoba, Ed.) *Temas agrarios*, 10(1), 13. Recuperado el 14 de Febrero de 2019

- Hernández-Hernández, J. (2011). Paquete Tecnológico Vainilla (*Vanilla planifolia* Jackson) Establecimiento y mantenimiento. *Inifap (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias)*, 0–26. Retrieved from
- Hernández, J., y Sánchez-Morales, S. (2011). La producción de vainilla en México. Retrieved from <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/handle/123456789/3177>
- INAMHI. (2018). Boletines meteorológicos mensual. Recuperado el 01 de Agosto de 2018, de http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_men.pdf
- Jaramillo, J. L., Escobedo, J., Barrera, A. (2012). *Competitividad de Sistemas de Beneficiado de Vainilla (Vanilla Planifolia J.) en la Región del Totonacapan, México. Panorama Socioeconómico* (Vol. 30). Universidad de Talca. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39926862002>
- Kelso, H., Kelso, F., Sánchez, S., & Reyes, D. (2014). Estimación de los requerimientos Hídricos del Cultivo de Vainilla (*Vanilla* spp.) para la zona de Ixtacuaco y Gutiérrez Zamora, Veracruz, México. (A. P. Carlos Araya Fernández, Ed.) *I Seminario internacional de vainilla*, 1(1), 145. Recuperado el 04 de Febrero de 2019
- Linares, E. 2005. *Instructivo para determinar la supervivencia en plantaciones forestales. Ed. MINAG. 94 p. (Instrucción Técnica 6)*
- López-Rodríguez, T. (2016). La vainilla (*Vanilla planifolia*): perfume y sabor de México que conquistó al mundo: II: Usos y cultivo. *Herbario CICY*, 8, 4. Retrieved from http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
- Lubinsky, P., Bory, S., Hernández, J. H., Kim, S.-C., & Gómez-Pompa, A. (2008). Origins and Dispersal of Cultivated *Vanilla (Vanilla planifolia* Jacks. [*Orchidaceae*]) 1.
- Martínez, R., & Engleman, R. E. M. (1993). Caracterización de dos tipos de *Vanilla planifolia*, 25, 49–59. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57402505>
- Menchaca-García, R. A. (2012). *El cultivo de vainilla (Vainilla planifolia Andrews) en la region de Totonacapan Veracruz. /.* Veracruz. Retrieved from <https://www.uv.mx/det/files/2012/06/MenchacaGarciaRebecaAlicia.pdf>

- Monge, M., Monge, G. V., Carvajal, E., y Valle, G. (2018). Estimación de vida empresarial supervivencia y localización del agropecuario de la provincia de Pastaza 2000-2017. Retrieved from <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/06/sector-agropecuario-ecuador.html>
- Nabors, M. (2006). *Introducción a la botánica*. (M. Martín-Romo, Ed., y P. González-Barreda, Trad.) Madrid, España: Pearson Educación S. A. doi:978-84-8322-698-8
- Nieto-Martín, A. (2015). *Fabricación, caracterización y utilización de biochar como sustituto de la turba en la preparación de sustratos de cultivo*. E.T.S.I. Industriales (UPM). Retrieved from <http://oa.upm.es/37192/>
- Ochoa, R., Fradeja, A., y Lacovara, V. (2013). *Calsificación de procesos de manufactura aplicables al recurso turba en tierra del fuego, Antártida e islas del Atlántico Sur*. Tierra del Fuego. Retrieved from <http://biblioteca.cfi.org.ar/wp-content/uploads/sites/2/2015/06/50276.pdf>
- Odoux, E., & Grisoni, M. (2010). *Vanilla*. Taylor and Francis Group LLC. Retrieved from <https://www.crcpress.com/Vanilla/Odoux-Grisoni/p/book/9781420083378>
- Olivares, Héctor. (2010). Sombra artificial y aplicación de thidiazurón en el crecimiento y fisiología de la vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews). Retrieved from <https://mx.123dok.com/document/oy819m5z-sombra-artificial-y-aplicacion-de-thidiazuron-en-el-crecimiento-y-fisiologia-de-la-vainilla-vanilla-planifolia-andrews.html>
- Ordoñez, N. F., Otero, J. T., y Díez, M. C. (2012). Hongos endófitos de orquídeas y su efecto sobre el crecimiento en *Vanilla planifolia* Andrews. *Acta Agronómica*, 61(3), 282–290. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122012000300010
- Ostria Gallardo, E. I. (2015). Heteroblasty in the temperate rainforest tree *Gevuina avellana* Mol. (Proteaceae) natural variation and regulation = Heteroblastia en *Gevuina avellana* Mol. (Proteaceae), un árbol del bosque templado lluvioso: variación natural y regulación. Retrieved from <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/1826>

- Osuna Helia, Osuna Aída, y Fierro A. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores*. Retrieved from http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf
- Padilla-Vega, J. (2011). Sobre los árboles: el mejor lugar para cultivar vainilla. Retrieved July 14, 2018, from <http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-27-numero-2/1593-sobre-los-arboles-el-mejor-lugar-para-cultivar-vainilla>
- Panigua, A., Azofeifa Bolaños, B. & García, J. (2013). Cultivo de la vainilla orgánica en sistemas agroforestales |. Retrieved July 15, 2018, from <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo/article/view/6434>
- Pérez, F. (2017). *Morfogénesis, crecimiento y desarrollo reguladores del crecimiento aplicaciones agronómicas de los reguladores del crecimiento desarrollo reproductivo fisiología de la germinación bases fisioecológicas de la bioproducción fisiología de la post cosecha fis.* Retrieved from <http://biblioteca.unu.edu.pe/wp-content/uploads/2016/06/LIBRO-P17.pdf>
- Petersson, L. (2015). Pollination biology of the endemic orchid *Vanilla bosseri* in Madagascar Pollination biology of the endemic orchid *Vanilla bosseri* in Madagascar.
- Ramírez-Mosqueda, Andreu, M., Noa-Carrazana, L, y Armas-Silva. (2018). Selección de genotipos de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews resistentes a *Fusarium oxysporum* f. sp. vanillae, mediante biotecnología. 11.
- Rodríguez Covarrubias María Ivanne. (2012). Descripción *morfológica y molecular de Vanilla sp., (Orchidaceae) de la región costa sur del estado de Jalisco.* - PDF. Universidad Veracruzana. Retrieved from <https://docplayer.es/91493753-Descripcion-morfologica-y-molecular-de-Vanilla-sp-orchidaceae-de-la-region-costa-sur-del-estado-de-jalisco.html>
- Sabik , H. Pérez, A., Bélanger, D., Vivar, M., Nicolás.M., & Reyes, D. (2016). Identification of volatile compounds in cured Mexican vanilla (*Vanilla planifolia* G. Jackson) beans using headspace solid-phase microextraction with gas chromatography-mass

- spectrometry. *EDP Sciences*, 71(6), 407–418. <https://doi.org/10.1051/fruits/2016032>
- Soto Arenas, M. Á. (1999). Filogeografía y recursos genéticos de las vainillas de México. Retrieved from www.conabio.gob.mx
- Soto Arenas M. A. (2009a). A new species of vanilla from south America. *Lankesteriana International Journal on Orchidology*, 9. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44339819001>
- Soto Arenas, M. A. (2009b). *Recopilación y análisis de la información existente sobre las especies mexicanas del. México*. Retrieved from <https://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/Vanilla/ReporteIntermedio/ReporteIntermedio.pdf>
- Soto Arenas, M. A., & Cribb, P. (2010). A new infrageneric classification and synopsis of the genus *Vanilla* Plum. ex Mill. (Orchidaceae: Vanillinae). *Lankesterian International Journal on Orchidology*, 9, 355–398.
- Soto Arenas, M., & Dressler, R. (2010). A revision of the Mexican and Central American species of *Vanilla* plumier ex Miller with a characterization of their ITS region of the nuclear ribosomal DNA. *Lankesteriana International Journal on Orchidology*, 9, 285–354. Retrieved from <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/lankesteriana/article/view/12065/11354>
- Srivastava, L. M. (Lalit M. (2002). *Plant growth and development: hormones and environment*. Academic Press.
- Tadeo, L.U. (2015). El cultivo de vainilla (*Vanilla planifolia*. Adrews) en la región de Totonacapan Veracruz. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Veracruz, México
- Taiz, L., y Zeiger, E. (2006). *Fisiología vegetal* (3 ed., Vol. II). Los Angeles U.S.A., USA: Universitat Jaume.
- Toogood, A. R. (2010). *Enciclopedia de la propagación de las plantas / Alan Toogood*. (Blume Leopold, Ed.), *SERBIULA (sistema Librum 2.0)*. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/44565341_Enciclopedia_de_la_propagacion_de_las_plantas_Alan_Toogood

Toktok, N. (2003). *How to plant Vanilla*. New Guinea. Retrieved from http://www.nari.org.pg/sites/default/files/publications/toktoks/keravat/KER008E_How_to_plant_Vanilla_rev.pdf Vargas-Hernandez, Juan. y Gámez-Vázquez, H. G. (2014). Producción de vainilla en tres sistemas de producción en la sierra Huasteca Potosina. Retrieved from http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/Docs-descargar/FOLLETO_63.pdf

Vargas Hernandez, J. Gámez Vázquez, H. G. (2014). Producción de vainilla en tres sistemas de producción en la sierra Huasteca Potosina. Retrieved from http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/Docs-descargar/FOLLETO_63.pdf

Velázquez, R. (2004). *La vainilla y su cultivo*. Veracruz. Retrieved from <https://docplayer.es/13780590-La-vainilla-y-su-cultivo.html>

ANEXOS

Anexo1. Niveles óptimos en las propiedades físicas y químicas de un sustrato

Propiedad	Rango
Tamaño de partícula (mm)	0.25-2.50
Densidad aparente (g/cm ³)	<0.4
Densidad real (g/cm ³)	1.45-2.65
Espacio poroso total (% vol)	>85
Capacidad de aireación (% vol)	10-30
Capacidad de retención de agua (% vol)	20-60
Agua fácilmente disponible (% vol)	20-30
Agua de reserva (% vol)	4-10
Agua total disponible (% vol)	24-40
pH (Estr-saturación)	5.2-6.5
Conductibilidad eléctrica (ds/m)	0.75-3.5
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	
Fertirriego permanente	Nula o muy baja
Fertirriego ocasional	>20


Fuente: (Nieto Martín, 2015)


Anexo 2. Clasificación de las turbas según la escala de Von Post para determinar el nivel de descomposición y humidificación

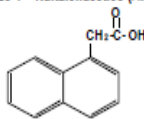
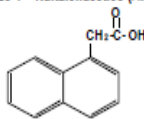
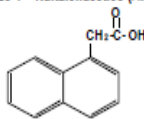
Símbolo	Descripción
H1	Turba completamente sin descomponer que, cuando se aprieta, libera agua casi transparente. Las plantas siguen siendo fácilmente identificables. No hay material amorfo presente.
H2	Turba casi enteramente sin descomponer la que, cuando se aprieta, libera agua clara o amarillenta. Las plantas todavía siguen siendo fácilmente identificables. No hay material amorfo presente.
H3	Turba muy ligeramente descompuesta que, cuando se aprieta, libera agua marrón fangosa, pero de la que no pasa turba entre los dedos. Las plantas permanecen todavía identificables, y no hay ningún material amorfo presente.
H4	Turba ligeramente descompuesta que, cuando se aprieta, libera agua oscura muy fangosa. Sin pulpa de turba que pase entre los dedos, pero los restos de plantas están ligeramente pastosos y han perdido algunas de sus características identificables.
H5	Turba moderadamente descompuesta que, cuando se aprieta, libera agua muy "fangosa" con una muy pequeña cantidad de turba granular amorfa que escapa entre los dedos. Las estructuras de los restos de plantas son bastante indistintas, aunque todavía es posible reconocer ciertas características. El residuo es muy pastoso.
H6	Turba moderadamente altamente descompuesta con una estructura de plantas muy indistinta. Cuando se aprieta, alrededor de un tercio de la turba se escapa entre los dedos. El residuo es muy pastoso pero muestra la estructura de las plantas más claramente que antes de apretar.
H7	Turba altamente descompuesta. Contiene una gran cantidad de material amorfo con estructura de plantas muy vagamente reconocible. Cuando es exprimida, aproximadamente la mitad de la turba se escapa entre los dedos. El agua que se libera, si alguna, es muy oscura y casi pastosa.
H8	Turba muy altamente descompuesta con una gran cantidad de material amorfo y estructura de las plantas muy indistinta. Cuando se aprieta, alrededor de dos tercios de la turba se escapa entre los dedos. Una pequeña cantidad de agua pastosa puede ser liberada. El material vegetal que queda en la mano consiste en residuos tales como raíces y fibras que se resisten a la descomposición.
H9	Turba prácticamente totalmente descompuesta en la que casi no hay estructura de plantas reconocible. Cuando se exprime es una pasta bastante uniforme.
H10	Turba totalmente descompuesta sin estructura de plantas discernible. Cuando es exprimida, toda la turba húmeda se escapa entre los dedos.

Fuente: (Davies, Geneve, Wilson, Hartmann & Kester, 2018)

Anexo 3. Ingrediente activo y formulación de Hormonagro

Código:CYR-HT-17	FICHA TECNICA	
Fecha: 4 de Enero de 2013	HORMONAGRO® A.N.A.	
Versión: 5		

Código:CYR-HT-17	FICHA TECNICA	
Fecha: 4 de Enero de 2013	HORMONAGRO® A.N.A.	
Versión: 5		

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:							
1.1 Nombre Comercial:	HORMONAGRO® A.N.A.						
1.2 Registro de Venta:	- Colombia (ICA) 1966						
1.3 Clase de Producto:	Regulador Fisiológico						
1.4 Tipo de Formulación:	Concentrado Soluble (SL)						
1.5 Categoría Toxicológica:	III – Medianamente Tóxico						
1.6 Presentación:	250 cc y 1 Litro						
2. COMPOSICIÓN GARANTIZADA:							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INGREDIENTE ACTIVO</th> <th>CONCENTRACIÓN (g/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> Ácido 1 – Naftalenacético (A.N.A.)  </td> <td>17.2 a 20°C</td> </tr> <tr> <td>INGREDIENTES ADITIVOS E INERTES csp</td> <td>1 L</td> </tr> </tbody> </table>		INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN (g/L)	Ácido 1 – Naftalenacético (A.N.A.) 	17.2 a 20°C	INGREDIENTES ADITIVOS E INERTES csp	1 L
INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN (g/L)						
Ácido 1 – Naftalenacético (A.N.A.) 	17.2 a 20°C						
INGREDIENTES ADITIVOS E INERTES csp	1 L						
3. PROPIEDADES DEL PRODUCTO FORMULADO:							
a. Aspecto:	Líquido transparente						
b. Estabilidad a la luz:	Inestable, debe mantenerse en lugar oscuro						
c. Densidad:	1,00 g/mL						
d. Corrosividad:	Corrosivo a metales						
e. pH en solución al 10%:	10,0						

4. RECOMENDACIONES DE USO:
HORMONAGRO® A.N.A. es un bioestimulante preventivo y correctivo de la caída prematura de botones, flores y frutos no maduros. Incrementa la producción hasta en un 25% al fortalecer el pedúnculo de las flores y frutos evitando pérdidas por vientos y lluvias.
HORMONAGRO® A.N.A. se recomienda especialmente para impedir la caída prematura de las flores y los frutos en plantas donde el fruto sea de interés comercial, tales como frutales, hortalizas, cereales, cacao, café, algodón e igualmente en plantas ornamentales, para prolongar el tiempo de floración.
HORMONAGRO® A.N.A. es un activador enzimático de los siguientes procesos fisiológicos en las plantas: <ul style="list-style-type: none"> Activa la división celular Regula la maduración Mantiene las semillas en un estado de germinación latente Promueve la emisión de raíces, la floración y la fructificación Evita la caída de botones, flores y frutos
5. APLICACIÓN:
Se recomienda el empleo de HORMONAGRO® A.N.A. en tres aspersiones, cada una de ellas en proporción de 100 a 250 centímetros cúbicos por 200 litros de agua. La primera aplicación debe realizarse durante el periodo de floración, la segunda cuando empiece la formación de los primeros frutos y la tercera 10 días después. Ocasionalmente si aún hay caída de frutos en desarrollo, deberá realizarse la cuarta aplicación.
La preparación para la aspersión en su forma más concentrada (la más alta dosificación), contiene 25,3 mg/L, y provee una concentración en aplicación uniforme distribuida entre suelo y follaje, de 0,516 mg/m ²
HORMONAGRO® A.N.A. es un regulador fisiológico de las plantas y en consecuencia su empleo exige el cumplimiento de las recomendaciones expresadas en la etiqueta.
6. CONDICIONES GENERALES:
COLINAGRO garantiza que las características físico-químicas del producto corresponden a las anotadas en las etiquetas, pero no asume la responsabilidad por el uso que él se haga, porque el manejo está fuera de su control.
Este producto debe emplearse con la recomendación suscrita de un Ingeniero Agrónomo u otro profesional con tarjeta del Ministerio de Agricultura.

Anexo 3A. Ingredientes activos y formulación de Acigib





Point®



ACIGIB®
10 SP

ACIGIB®
12.5 T

ACIDO GIBERÉLICO
POLVO SOLUBLE (SP) - TABLETA EFERVESCENTE (TB)

Presentaciones:
Sobres de papel con 10 gramos.
Sobres de papel con una tableta efervescente de 8 gramos.

Acigib® 10 SP • Registro de Venta No. 3691
Acigib® 12.5 • Registro de Venta No. 3600

Características

- Dominancia apical.
- Estimulación de la floración.
- Incremento en la fructificación.
- Ruptura de la dormancia en semillas y órganos vegetativos.
- Suprime el estrés producido por algunos virus.

® Marca Registrada Point de Colombia
Antes de utilizar el producto lea detenidamente la etiqueta.
En aplicación aérea y terrestre respetar las franjas de seguridad de 100 y 10 metros respectivamente con relación a cuerpos de agua.

Point de Colombia LTDA.
Camera 21 No. 100 - 2º Of. 204 • PBX: +57 (1) 234 2599 • Celular: 316 440 8215
ventascolombia@pointamericas.com • Bogotá D.C., Colombia.



ACIGIB®
10 SP

ACIGIB®
12.5 T

Es un bioestimulante, formulado con base en ácido giberélico, que está clasificado como una fitohormona. Es usado como un regulador de crecimiento que estimula y regula el desarrollo de las plantas. Se caracteriza por actuar aún en concentraciones muy bajas.

Anexo 3B. Fuerza H Hormonas



Anexo 4. Análisis de varianza para días de emisión yemas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DÍAS EM YEMAS	48	0,90	0,87	9,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9266,56	11	842,41	29,00	<0,0001
ESPECIES	9036,38	2	4518,19	155,54	<0,0001
FITOHORMONAS	61,23	3	20,41	0,70	0,5567
ESPECIES*FITOHORMONAS	168,96	6	28,16	0,97	0,4597
Error	1045,75	36	29,05		
Total	10312,31	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,65770

Error: 29,0486 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.	
Vp	73,75	16	1,35	A
Vc	61,75	16	1,35	B
Vs	40,56	16	1,35	C

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,92598

Error: 29,0486 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.	
HM	59,83	12	1,56	A
H0	59,75	12	1,56	A
AG	57,92	12	1,56	A
FH	57,25	12	1,56	A

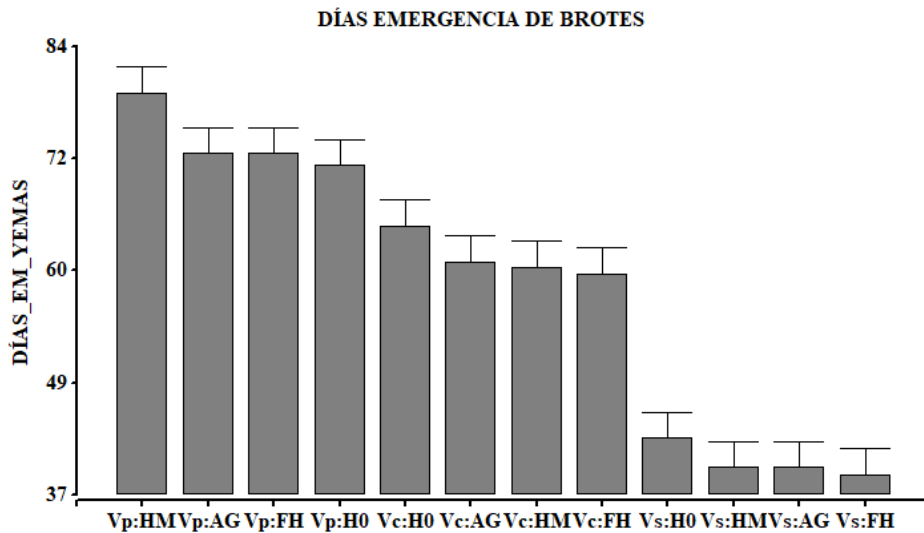
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,30188

Error: 29,0486 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.	
Vp	HM	78,75	4	2,69	A
Vp	AG	72,50	4	2,69	A B
Vp	FH	72,50	4	2,69	A B
Vp	H0	71,25	4	2,69	A B
Vc	H0	65,00	4	2,69	B
Vc	AG	61,25	4	2,69	B
Vc	HM	60,75	4	2,69	B
Vc	FH	60,00	4	2,69	B
Vs	H0	43,00	4	2,69	C
Vs	HM	40,00	4	2,69	C
Vs	AG	40,00	4	2,69	C
Vs	FH	39,25	4	2,69	C

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



Anexo 5. Análisis de la varianza días emisión hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DÍAS HOJAS	48	0,90	0,86	7,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11671,73	11	1061,07	28,34	<0,0001
ESPECIES	11321,17	2	5660,58	151,20	<0,0001
FITOHORMONAS	110,73	3	36,91	0,99	0,4103
ESPECIES*FITOHORMONAS	239,83	6	39,97	1,07	0,3997
Error	1347,75	36	37,44		
Total	13019,48	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,28765

Error: 37,4375 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vp	92,44	16	1,53 A
Vc	81,56	16	1,53 B
Vs	55,81	16	1,53 C

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,72745

Error: 37,4375 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
HM	78,42	12	1,77 A
H0	77,67	12	1,77 A
AG	75,75	12	1,77 A
FH	74,58	12	1,77 A

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

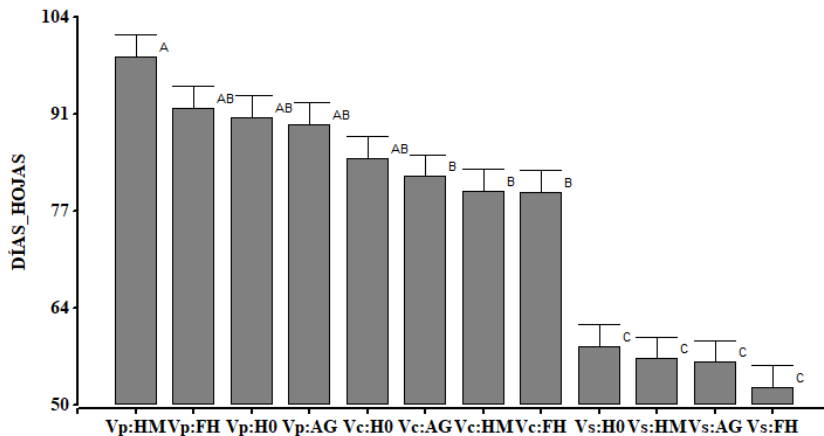
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,10094

Error: 37,4375 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vp	HM	98,75	4	3,06 A
Vp	FH	91,50	4	3,06 A B
Vp	H0	90,25	4	3,06 A B
Vp	AG	89,25	4	3,06 A B
Vc	H0	84,50	4	3,06 A B
Vc	AG	82,00	4	3,06 B
Vc	HM	80,00	4	3,06 B
Vc	FH	79,75	4	3,06 B
Vs	H0	58,25	4	3,06 C
Vs	HM	56,50	4	3,06 C
Vs	AG	56,00	4	3,06 C
Vs	FH	52,50	4	3,06 C

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

DÍAS EMISIÓN DE HOJAS



Anexo 6. Análisis de la varianza % de enraizamiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% ENRAIZAMIENTO	48	0,56	0,43	18,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8337,71	11	757,97	4,19	0,0005
ESPECIES	5627,31	2	2813,65	15,57	<0,0001
FITOHORMONAS	283,95	3	94,65	0,52	0,6687
ESPECIES*FITOHORMONAS	2426,45	6	404,41	2,24	0,0616
Error	6504,96	36	180,69		
Total	14842,67	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,61663

Error: 180,6933 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	85,60	16	3,36 A
Vc	70,20	16	3,36 B
Vp	59,20	16	3,36 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=14,77980

Error: 180,6933 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
H0	75,33	12	3,88 A
FH	72,40	12	3,88 A
AG	69,47	12	3,88 A
HM	69,47	12	3,88 A

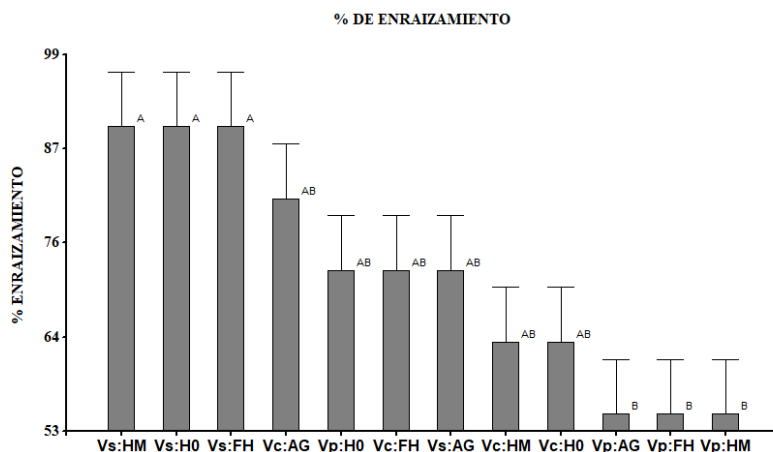
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=33,17581

Error: 180,6933 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	HM	90,00	4	6,72 A
Vs	H0	90,00	4	6,72 A
Vs	FH	90,00	4	6,72 A
Vc	AG	81,20	4	6,72 A B
Vp	H0	72,40	4	6,72 A B
Vc	FH	72,40	4	6,72 A B
Vs	AG	72,40	4	6,72 A B
Vc	HM	63,60	4	6,72 A B
Vc	H0	63,60	4	6,72 A B
Vp	AG	54,80	4	6,72 B
Vp	FH	54,80	4	6,72 B
Vp	HM	54,80	4	6,72 B

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



Anexo 7. Análisis de varianza Número de raíces por esqueje o planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N°RAICES	48	0,40	0,21	29,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,92	11	0,72	2,16	0,0406
ESPECIES	6,17	2	3,08	9,25	0,0006
FITOHORMONAS	0,08	3	0,03	0,08	0,9687
ESPECIES*FITOHORMONAS	1,67	6	0,28	0,83	0,5522
Error	12,00	36	0,33		
Total	19,92	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49894

Error: 0,3333 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	2,38	16	0,14 A
Vc	2,00	16	0,14 A
Vp	1,50	16	0,14 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,63480

Error: 0,3333 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
AG	2,00	12	0,17 A
HM	2,00	12	0,17 A
H0	1,92	12	0,17 A
FH	1,92	12	0,17 A

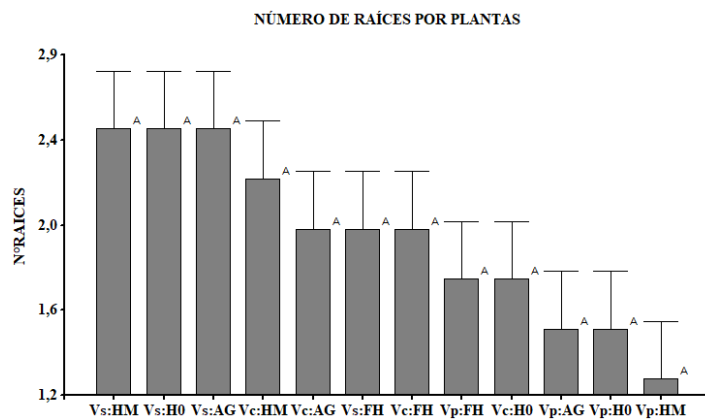
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,42492

Error: 0,3333 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	HM	2,50	4	0,29 A
Vs	H0	2,50	4	0,29 A
Vs	AG	2,50	4	0,29 A
Vc	HM	2,25	4	0,29 A
Vc	AG	2,00	4	0,29 A
Vs	FH	2,00	4	0,29 A
Vc	FH	2,00	4	0,29 A
Vp	FH	1,75	4	0,29 A
Vc	H0	1,75	4	0,29 A
Vp	AG	1,50	4	0,29 A
Vp	H0	1,50	4	0,29 A
Vp	HM	1,25	4	0,29 A

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



Anexo 8. Análisis de la varianza numero raíces por nudo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAICES NUDO	48	0,18	0,00	26,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,67	11	0,06	0,73	0,7054
ESPECIES	0,29	2	0,15	1,75	0,1882
FITOHORMONAS	0,17	3	0,06	0,67	0,5780
ESPECIES*FITOHORMONAS	0,21	6	0,03	0,42	0,8630
Error	3,00	36	0,08		
Total	3,67	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,24947

Error: 0,0833 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vc	1,19	16	0,07 A
Vp	1,06	16	0,07 A
Vs	1,00	16	0,07 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31740

Error: 0,0833 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
AG	1,17	12	0,08 A
HM	1,08	12	0,08 A
FH	1,08	12	0,08 A
H0	1,00	12	0,08 A

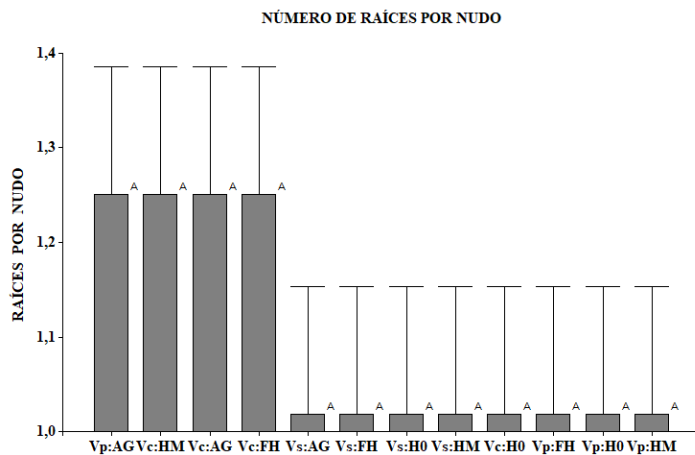
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,71246

Error: 0,0833 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vp	AG	1,25	4	0,14 A
Vc	HM	1,25	4	0,14 A
Vc	AG	1,25	4	0,14 A
Vc	FH	1,25	4	0,14 A
Vs	AG	1,00	4	0,14 A
Vs	FH	1,00	4	0,14 A
Vs	H0	1,00	4	0,14 A
Vs	HM	1,00	4	0,14 A
Vc	H0	1,00	4	0,14 A
Vp	FH	1,00	4	0,14 A
Vp	H0	1,00	4	0,14 A
Vp	HM	1,00	4	0,14 A

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



Anexo 9. Análisis de la varianza longitud de raíz a los 180 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD RAIZ	48	0,50	0,34	23,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1085,72	11	98,70	3,21	0,0039
ESPECIES	638,97	2	319,49	10,40	0,0003
FITOHORMONAS	326,48	3	108,83	3,54	0,0240
ESPECIES*FITOHORMONAS	120,26	6	20,04	0,65	0,6879
Error	1105,91	36	30,72		
Total	2191,62	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,78980

Error: 30,7196 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vp	27,97	16	1,39 A
Vc	23,78	16	1,39 A B
Vs	19,04	16	1,39 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,09404

Error: 30,7196 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
AG	25,74	12	1,60 A
FH	25,22	12	1,60 A B
HM	24,25	12	1,60 A B
H0	19,18	12	1,60 B

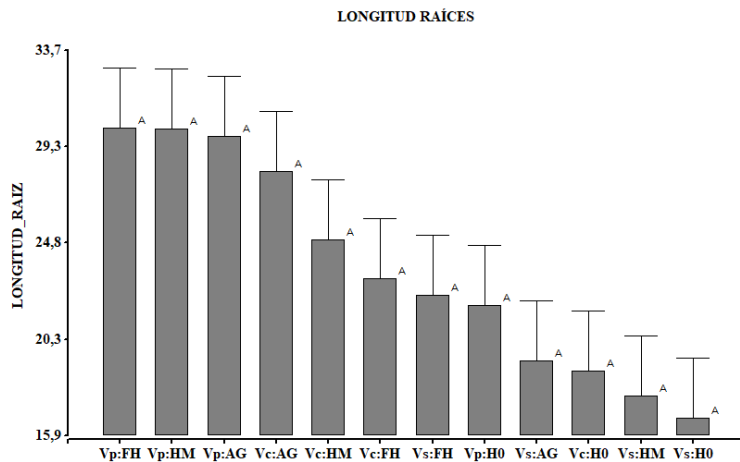
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,67913

Error: 30,7196 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vp	FH	30,13	4	2,77 A
Vp	HM	30,08	4	2,77 A
Vp	AG	29,75	4	2,77 A
Vc	AG	28,13	4	2,77 A
Vc	HM	24,96	4	2,77 A
Vc	FH	23,15	4	2,77 A
Vs	FH	22,38	4	2,77 A
Vp	H0	21,93	4	2,77 A
Vs	AG	19,35	4	2,77 A
Vc	H0	18,90	4	2,77 A
Vs	HM	17,73	4	2,77 A
Vs	H0	16,70	4	2,77 A

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



Anexo 10. Análisis de la varianza para longitud de tallo a los 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LON TALLO DÍA 60	48	0,90	0,87	24,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	162,26	11	14,75	29,15	<0,0001
ESPECIES	152,68	2	76,34	150,84	<0,0001
FITOHORMONAS	1,57	3	0,52	1,03	0,3888
ESPECIES*FITOHORMONAS	8,00	6	1,33	2,64	0,0319
Error	18,22	36	0,51		
Total	180,48	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61479

Error: 0,5061 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	5,41	16	0,18 A
Vc	2,23	16	0,18 B
Vp	1,22	16	0,18 C

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,78219

Error: 0,5061 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
FH	3,14	12	0,21 A
HM	3,13	12	0,21 A
H0	2,79	12	0,21 A
AG	2,76	12	0,21 A

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

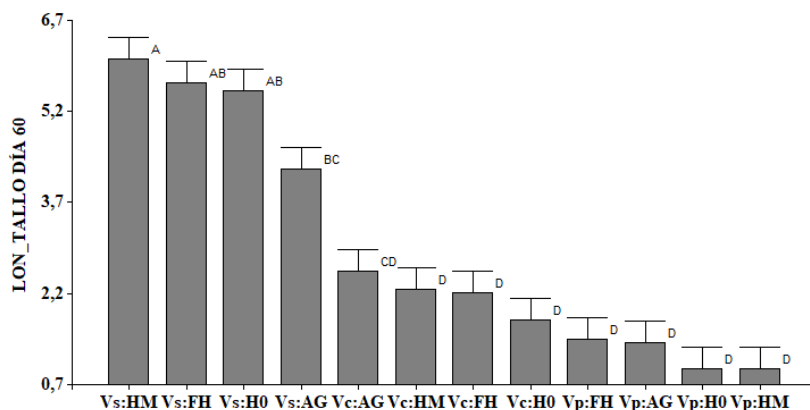
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,75576

Error: 0,5061 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	HM	6,10	4	0,36 A
Vs	FH	5,70	4	0,36 A B
Vs	H0	5,57	4	0,36 A B
Vs	AG	4,28	4	0,36 B C
Vc	AG	2,60	4	0,36 C D
Vc	HM	2,31	4	0,36 D
Vc	FH	2,24	4	0,36 D
Vc	H0	1,80	4	0,36 D
Vp	FH	1,48	4	0,36 D
Vp	AG	1,41	4	0,36 D
Vp	H0	1,00	4	0,36 D
Vp	HM	1,00	4	0,36 D

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

LONGITUD DE TALLO O BROTE DÍA 60



Anexo 10A. Análisis de la varianza para longitud de tallo a los 90 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LON TALLO DÍA 90	48	0,86	0,82	38,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18362,38	11	1669,31	20,28	<0,0001
ESPECIES	15871,65	2	7935,83	96,41	<0,0001
FITOHORMONAS	427,85	3	142,62	1,73	0,1777
ESPECIES*FITOHORMONAS	2062,87	6	343,81	4,18	0,0028
Error	2963,16	36	82,31		
Total	21325,54	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,84035

Error: 82,3101 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	49,15	16	2,27 A
Vc	14,49	16	2,27 B
Vp	7,59	16	2,27 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,97525

Error: 82,3101 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
HM	26,85	12	2,62 A
FH	25,93	12	2,62 A
H0	22,99	12	2,62 A
AG	19,20	12	2,62 A

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

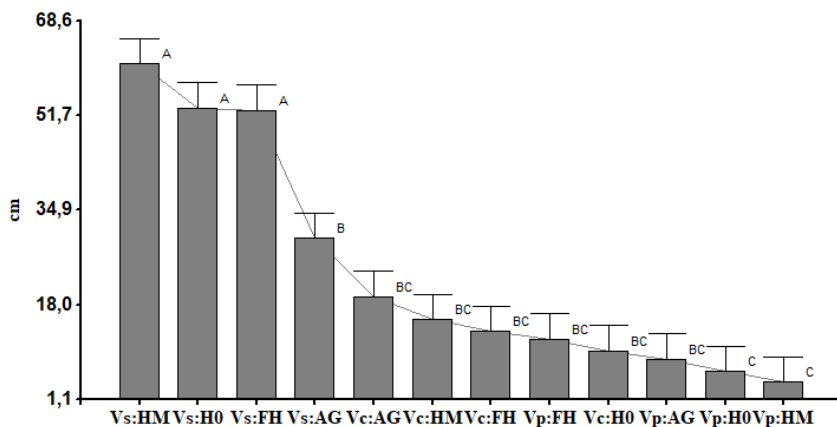
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=22,39118

Error: 82,3101 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	HM	61,00	4	4,54 A
Vs	H0	53,08	4	4,54 A
Vs	FH	52,68	4	4,54 A
Vs	AG	29,85	4	4,54 B
Vc	AG	19,50	4	4,54 B C
Vc	HM	15,38	4	4,54 B C
Vc	FH	13,25	4	4,54 B C
Vp	FH	11,88	4	4,54 B C
Vc	H0	9,83	4	4,54 B C
Vp	AG	8,25	4	4,54 B C
Vp	H0	6,07	4	4,54 C
Vp	HM	4,17	4	4,54 C

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

LONGITUD DE TALLO O BROTE DÍA 90



Anexo 10B. Análisis de la varianza para longitud de tallo 120 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LON TALLO DÍA 120	48	0,82	0,77	36,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	40632,96	11	3693,91	15,04	<0,0001
ESPECIES	33796,35	2	16898,18	68,80	<0,0001
FITOHORMONAS	1075,91	3	358,64	1,46	0,2417
ESPECIES*FITOHORMONAS	5760,69	6	960,12	3,91	0,0042
Error	8842,45	36	245,62		
Total	49475,41	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,54391

Error: 245,6236 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	80,00	16	3,92 A
Vc	28,99	16	3,92 B
Vp	19,61	16	3,92 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=17,23187

Error: 245,6236 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
FH	47,23	12	4,52 A
HM	46,89	12	4,52 A
H0	41,78	12	4,52 A
AG	35,57	12	4,52 A

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

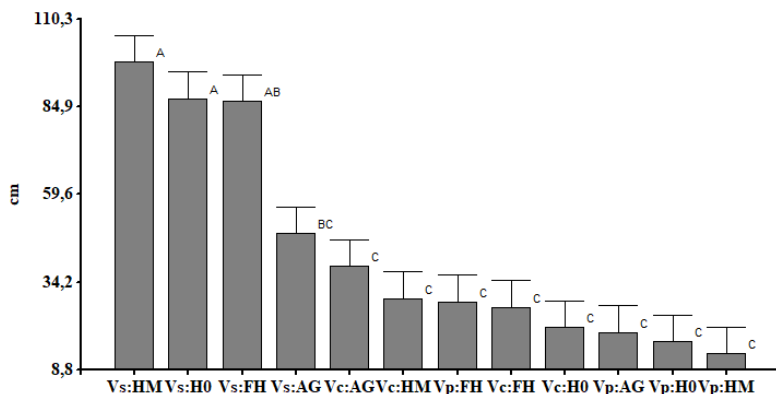
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=38,67991

Error: 245,6236 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	HM	97,88	4	7,84 A
Vs	H0	87,38	4	7,84 A
Vs	FH	86,50	4	7,84 A B
Vs	AG	48,25	4	7,84 B C
Vc	AG	38,75	4	7,84 C
Vc	HM	29,35	4	7,84 C
Vp	FH	28,35	4	7,84 C
Vc	FH	26,83	4	7,84 C
Vc	H0	21,03	4	7,84 C
Vp	AG	19,70	4	7,84 C
Vp	H0	16,95	4	7,84 C
Vp	HM	13,45	4	7,84 C

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

LONGITUD DE TALLO O BROTE DÍA 120



Anexo 10C. Análisis de la varianza para longitud de tallo a los 150 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LON TALLO DÍA 150	48	0,79	0,72	37,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	68914,67	11	6264,97	11,97	<0,0001
ESPECIES	56011,23	2	28005,62	53,53	<0,0001
FITOHORMONAS	1832,16	3	610,72	1,17	0,3357
ESPECIES*FITOHORMONAS	11071,27	6	1845,21	3,53	0,0076
Error	18835,66	36	523,21		
Total	87750,33	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=19,76734

Error: 523,2128 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	109,03	16	5,72 A
Vc	44,06	16	5,72 B
Vp	30,88	16	5,72 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=25,14992

Error: 523,2128 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
HM	67,58	12	6,60 A
FH	65,71	12	6,60 A
H0	60,32	12	6,60 A
AG	51,67	12	6,60 A

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

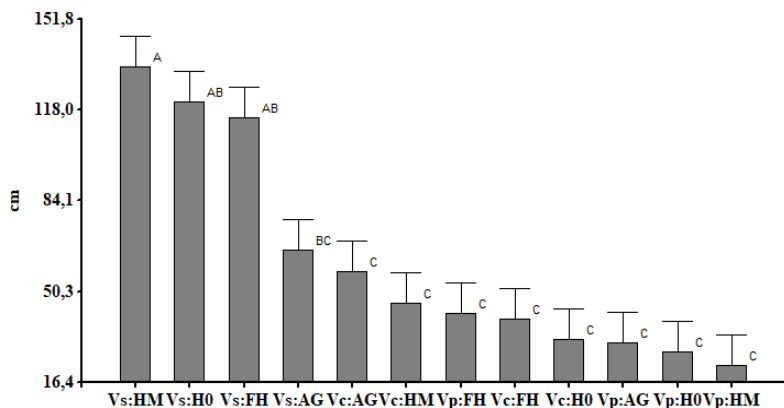
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=56,45334

Error: 523,2128 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	HM	134,25	4	11,44 A
Vs	H0	120,93	4	11,44 A B
Vs	FH	115,03	4	11,44 A B
Vs	AG	65,90	4	11,44 B C
Vc	AG	57,93	4	11,44 C
Vc	HM	45,90	4	11,44 C
Vp	FH	42,03	4	11,44 C
Vc	FH	40,08	4	11,44 C
Vc	H0	32,33	4	11,44 C
Vp	AG	31,18	4	11,44 C
Vp	H0	27,70	4	11,44 C
Vp	HM	22,60	4	11,44 C

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

LONGITUD DE TALLO O BROTE DÍA 150



Anexo 10D. Análisis de la varianza para longitud de tallo a los 180 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LON TALLO DÍA 180	48	0,76	0,69	37,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	108440,58	11	9858,23	10,45	<0,0001
ESPECIES	86257,25	2	43128,62	45,72	<0,0001
FITOHORMONAS	3910,82	3	1303,61	1,38	0,2639
ESPECIES*FITOHORMONAS	18272,51	6	3045,42	3,23	0,0122
Error	33957,49	36	943,26		
Total	142398,06	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=26,54150

Error: 943,2635 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	140,67	16	7,68 A
Vc	58,22	16	7,68 B
Vp	44,78	16	7,68 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=33,76866

Error: 943,2635 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
HM	90,14	12	8,87 A
FH	88,63	12	8,87 A
H0	78,46	12	8,87 A
AG	67,66	12	8,87 A

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

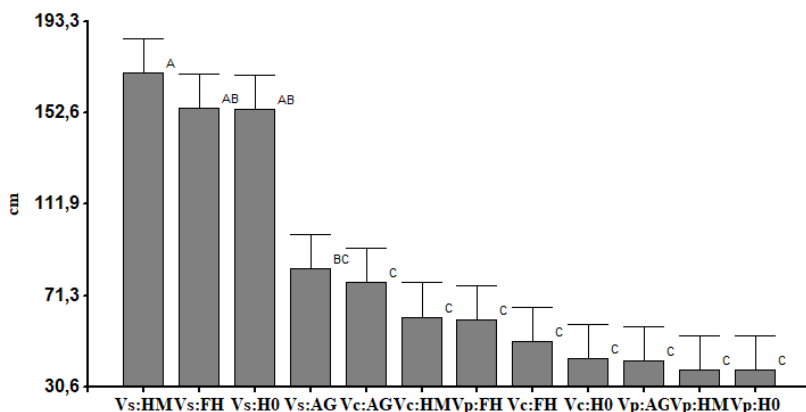
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=75,79961

Error: 943,2635 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	HM	170,54	4	15,36 A
Vs	FH	154,63	4	15,36 A B
Vs	H0	154,13	4	15,36 A B
Vs	AG	83,38	4	15,36 B C
Vc	AG	77,25	4	15,36 C
Vc	HM	61,63	4	15,36 C
Vp	FH	60,50	4	15,36 C
Vc	FH	50,75	4	15,36 C
Vc	H0	43,25	4	15,36 C
Vp	AG	42,35	4	15,36 C
Vp	HM	38,25	4	15,36 C
Vp	H0	38,00	4	15,36 C

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

LONGITUD DE TALLO O BROTE DÍA 180



Anexo 11. Análisis de la varianza para diámetro de tallo a los 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIÁ TALLE 60 DÍAS	48	0,98	0,98	1,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,44	11	0,04	170,84	<0,0001
ESPECIES	0,44	2	0,22	937,29	<0,0001
FITOHORMONAS	3,7E-04	3	1,2E-04	0,52	0,6687
ESPECIES*FITOHORMONAS	7,3E-04	6	1,2E-04	0,52	0,7864
Error	0,01	36	2,3E-04		
Total	0,45	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01320

Error: 0,0002 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.	
Vs	1,20	16	3,8E-03	A
Vp	1,00	16	3,8E-03	B
Vc	1,00	16	3,8E-03	B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01680

Error: 0,0002 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.	
HM	1,07	12	4,4E-03	A
FH	1,07	12	4,4E-03	A
H0	1,07	12	4,4E-03	A
AG	1,06	12	4,4E-03	A

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

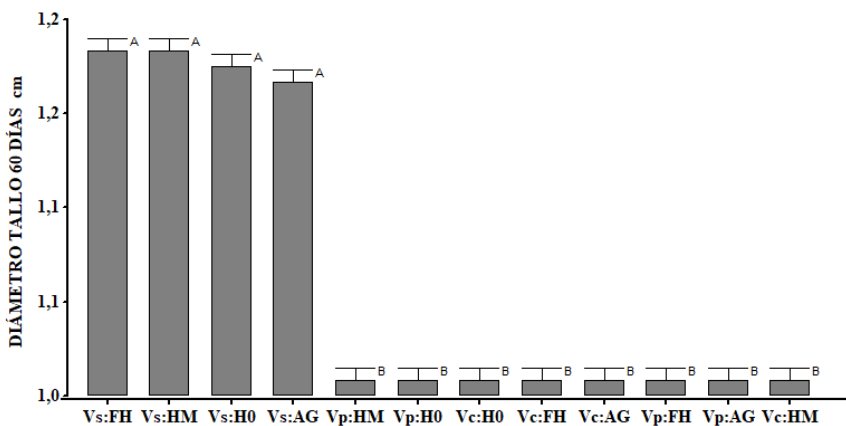
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03770

Error: 0,0002 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.	
Vs	FH	1,21	4	0,01	A
Vs	HM	1,21	4	0,01	A
Vs	H0	1,20	4	0,01	A
Vs	AG	1,19	4	0,01	A
Vp	HM	1,00	4	0,01	B
Vp	H0	1,00	4	0,01	B
Vc	H0	1,00	4	0,01	B
Vc	FH	1,00	4	0,01	B
Vc	AG	1,00	4	0,01	B
Vp	FH	1,00	4	0,01	B
Vp	AG	1,00	4	0,01	B
Vc	HM	1,00	4	0,01	B

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

DIÁMETRO DE TALLO 60 DÍAS



Anexo 11A. Análisis de la varianza para diámetro de tallo a los 120 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIÁ-TALLO 120 DÍAS	48	0,81	0,75	2,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,17	11	0,02	14,04	<0,0001
ESPECIES	0,16	2	0,08	71,94	<0,0001
FITOHORMONAS	0,01	3	2,4E-03	2,17	0,1085
ESPECIES*FITOHORMONAS	4,4E-03	6	7,4E-04	0,68	0,6698
Error	0,04	36	1,1E-03		
Total	0,21	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02857

Error: 0,0011 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.	
Vp	1,33	16	0,01	A
Vc	1,21	16	0,01	B
Vs	1,21	16	0,01	B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03635

Error: 0,0011 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.	
HM	1,27	12	0,01	A
FH	1,25	12	0,01	A
AG	1,24	12	0,01	A
H0	1,24	12	0,01	A

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

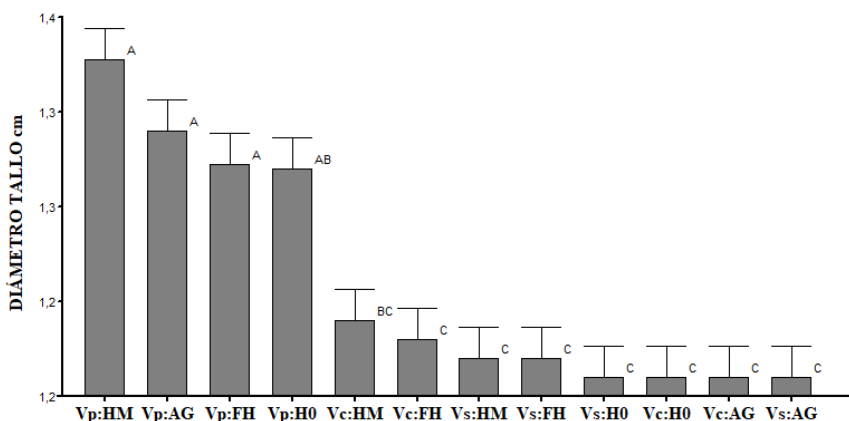
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08160

Error: 0,0011 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.	
Vp	HM	1,37	4	0,02	A
Vp	AG	1,33	4	0,02	A
Vp	FH	1,31	4	0,02	A
Vp	H0	1,31	4	0,02	A B
Vc	HM	1,23	4	0,02	B C
Vc	FH	1,22	4	0,02	C
Vs	HM	1,21	4	0,02	C
Vs	FH	1,21	4	0,02	C
Vs	H0	1,20	4	0,02	C
Vc	H0	1,20	4	0,02	C
Vc	AG	1,20	4	0,02	C
Vs	AG	1,20	4	0,02	C

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

DÍAMETRO DE TALLO 120 DÍAS



Anexo 11B. Análisis de la varianza para diámetro de tallo a los 180 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DÍA TALLO 180 DÍAS	48	0,80	0,74	2,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,17	11	0,02	13,44	<0,0001
ESPECIES	0,16	2	0,08	68,70	<0,0001
FITOHORMONAS	0,01	3	2,6E-03	2,19	0,1064
ESPECIES*FITOHORMONAS	4,6E-03	6	7,6E-04	0,65	0,6897
Error	0,04	36	1,2E-03		
Total	0,22	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02957

Error: 0,0012 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.	
Vp	1,33	16	0,01	A
Vc	1,21	16	0,01	B
Vs	1,20	16	0,01	B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03762

Error: 0,0012 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.	
HM	1,27	12	0,01	A
FH	1,25	12	0,01	A
AG	1,24	12	0,01	A
H0	1,24	12	0,01	A

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

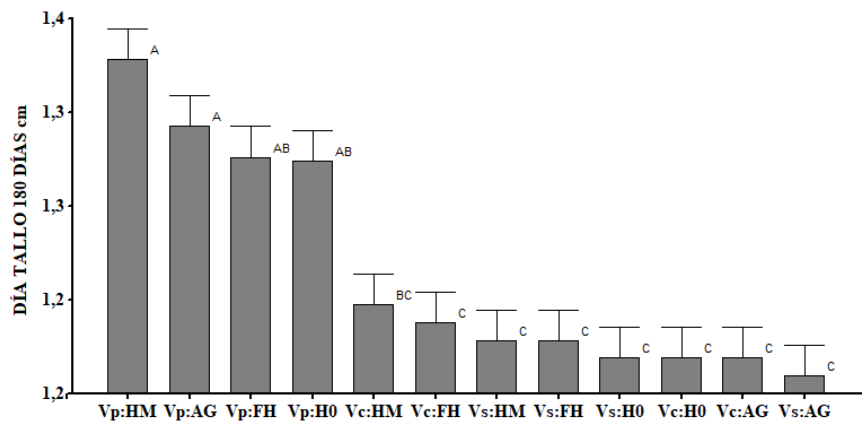
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08445

Error: 0,0012 gl: 36

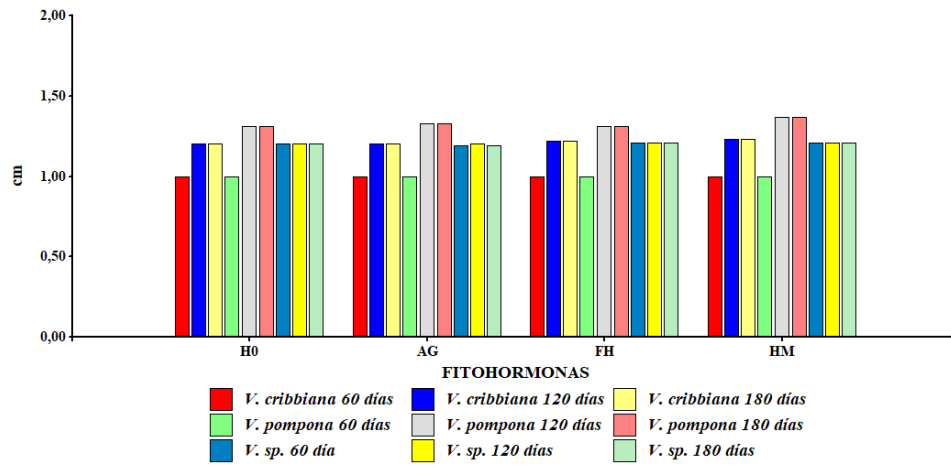
ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.	
Vp	HM	1,37	4	0,02	A
Vp	AG	1,33	4	0,02	A
Vp	FH	1,31	4	0,02	A B
Vp	H0	1,31	4	0,02	A B
Vc	HM	1,23	4	0,02	B C
Vc	FH	1,22	4	0,02	C
Vs	HM	1,21	4	0,02	C
Vs	FH	1,21	4	0,02	C
Vs	H0	1,20	4	0,02	C
Vc	H0	1,20	4	0,02	C
Vc	AG	1,20	4	0,02	C
Vs	AG	1,19	4	0,02	C

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

DÍAMETRO DEL TALLO 180 DÍAS



DIÁMETRO DEL BROTE O TALLO A LOS 60 - 120 - 180 DÍAS



Anexo 12. Análisis de la varianza para longitud de entrenudos a los 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LON ENTRE 60 DÍAS	48	0,98	0,97	7,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24,47	11	2,22	157,32	<0,0001
ESPECIES	24,38	2	12,19	862,09	<0,0001
FITOHORMONAS	0,03	3	0,01	0,70	0,5588
ESPECIES*FITOHORMONAS	0,06	6	0,01	0,70	0,6521
Error	0,51	36	0,01		
Total	24,98	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10277

Error: 0,0141 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	2,51	16	0,03 A
Vp	1,00	16	0,03 B
Vc	1,00	16	0,03 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13075

Error: 0,0141 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
H0	1,54	12	0,03 A
HM	1,51	12	0,03 A
AG	1,51	12	0,03 A
FH	1,47	12	0,03 A

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

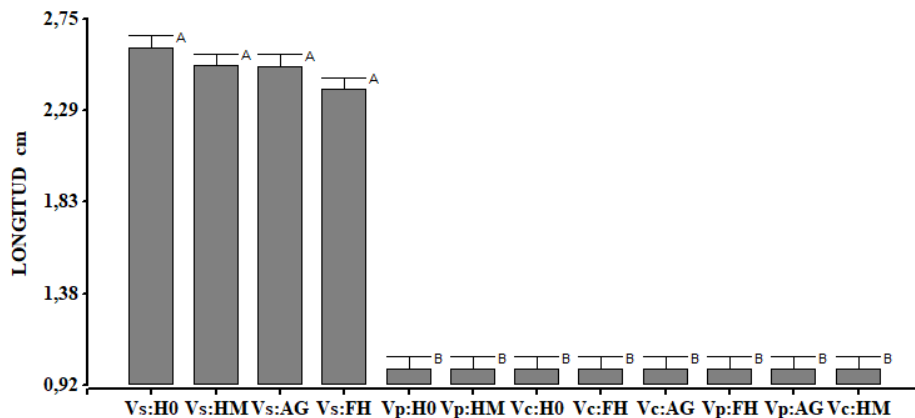
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,29349

Error: 0,0141 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	H0	2,61	4	0,06 A
Vs	HM	2,52	4	0,06 A
Vs	AG	2,52	4	0,06 A
Vs	FH	2,40	4	0,06 A
Vp	H0	1,00	4	0,06 B
Vp	HM	1,00	4	0,06 B
Vc	H0	1,00	4	0,06 B
Vc	FH	1,00	4	0,06 B
Vc	AG	1,00	4	0,06 B
Vp	FH	1,00	4	0,06 B
Vp	AG	1,00	4	0,06 B
Vc	HM	1,00	4	0,06 B

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

LONGITUD DE ENTRENUDOS 60 DÍAS



Anexo 12A. Análisis de la varianza para longitud de entrenudos a los 90 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LON ENTRE 90 DÍAS	48	0,23	0,00	25,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,90	11	0,35	0,97	0,4920
ESPECIES	1,88	2	0,94	2,57	0,0908
FITOHORMONAS	0,61	3	0,20	0,56	0,6453
ESPECIES*FITOHORMONAS	1,40	6	0,23	0,64	0,6987
Error	13,18	36	0,37		
Total	17,08	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52291

Error: 0,3661 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	2,61	16	0,15 A
Vc	2,41	16	0,15 A
Vp	2,13	16	0,15 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66529

Error: 0,3661 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
H0	2,52	12	0,17 A
FH	2,42	12	0,17 A
AG	2,39	12	0,17 A
HM	2,21	12	0,17 A

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

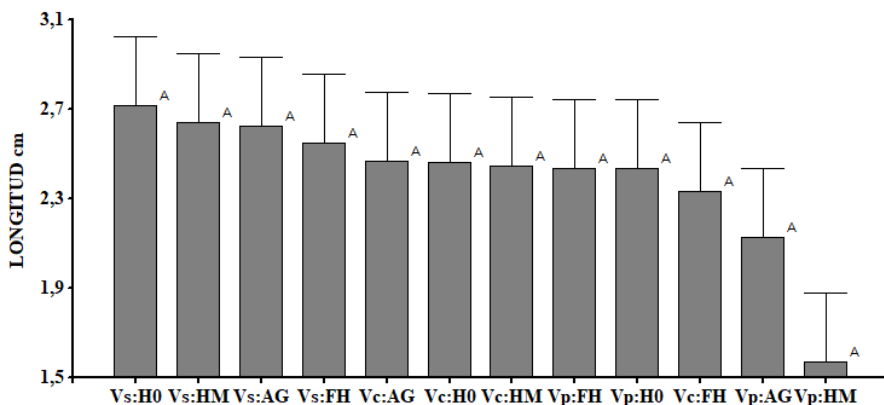
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,49336

Error: 0,3661 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	H0	2,69	4	0,30 A
Vs	HM	2,62	4	0,30 A
Vs	AG	2,61	4	0,30 A
Vs	FH	2,53	4	0,30 A
Vc	AG	2,45	4	0,30 A
Vc	H0	2,45	4	0,30 A
Vc	HM	2,43	4	0,30 A
Vp	FH	2,42	4	0,30 A
Vp	H0	2,42	4	0,30 A
Vc	FH	2,32	4	0,30 A
Vp	AG	2,12	4	0,30 A
Vp	HM	1,57	4	0,30 A

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

LONGITUD DE ENTRENUDOS 90 DÍAS



Anexo 12B. Análisis de la varianza para longitud de entrenados a los 120 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LON ENTRE 120 DÍAS	48	0,34	0,14	24,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	43,52	11	3,96	1,67	0,1205
ESPECIES	33,42	2	16,71	7,06	0,0026
FITOHORMONAS	2,77	3	0,92	0,39	0,7605
ESPECIES*FITOHORMONAS	7,33	6	1,22	0,52	0,7925
Error	85,23	36	2,37		
Total	128,75	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,32971

Error: 2,3675 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vp	7,37	16	0,38 A
Vs	6,36	16	0,38 A B
Vc	5,33	16	0,38 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,69178

Error: 2,3675 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
HM	6,72	12	0,44 A
H0	6,40	12	0,44 A
AG	6,17	12	0,44 A
FH	6,11	12	0,44 A

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

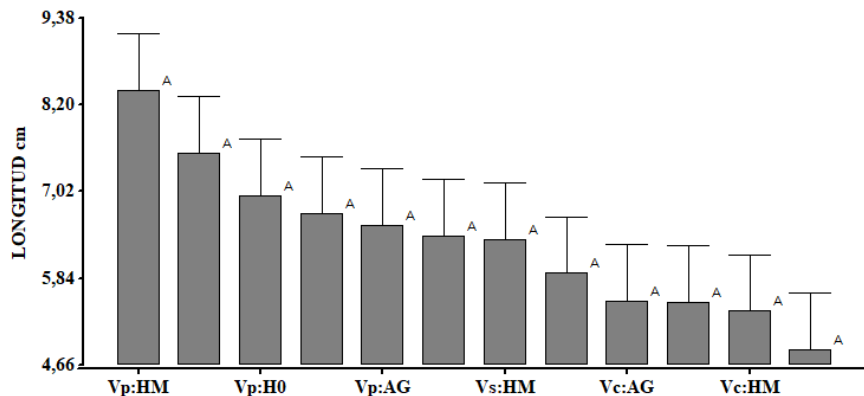
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,79749

Error: 2,3675 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vp	HM	8,40	4	0,77 A
Vp	FH	7,55	4	0,77 A
Vp	H0	6,97	4	0,77 A
Vs	H0	6,73	4	0,77 A
Vp	AG	6,57	4	0,77 A
Vs	AG	6,42	4	0,77 A
Vs	HM	6,37	4	0,77 A
Vs	FH	5,91	4	0,77 A
Vc	AG	5,53	4	0,77 A
Vc	H0	5,51	4	0,77 A
Vc	HM	5,40	4	0,77 A
Vc	FH	4,87	4	0,77 A

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

LONGITUD DE ENTRENADOS 120 DÍAS



Anexo 12C. Análisis de la varianza para longitud de entrenados a los 150 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LON ENTRE 150 DÍAS	48	0,35	0,15	22,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	45,60	11	4,15	1,75	0,1024
ESPECIES	35,79	2	17,90	7,54	0,0018
FITOHORMONAS	3,24	3	1,08	0,45	0,7161
ESPECIES*FITOHORMONAS	6,57	6	1,10	0,46	0,8323
Error	85,50	36	2,38		
Total	131,10	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,33184

Error: 2,3751 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vp	7,82	16	0,39 A
Vs	6,80	16	0,39 A B
Vc	5,71	16	0,39 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,69449

Error: 2,3751 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
HM	7,17	12	0,44 A
H0	6,85	12	0,44 A
AG	6,58	12	0,44 A
FH	6,51	12	0,44 A

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

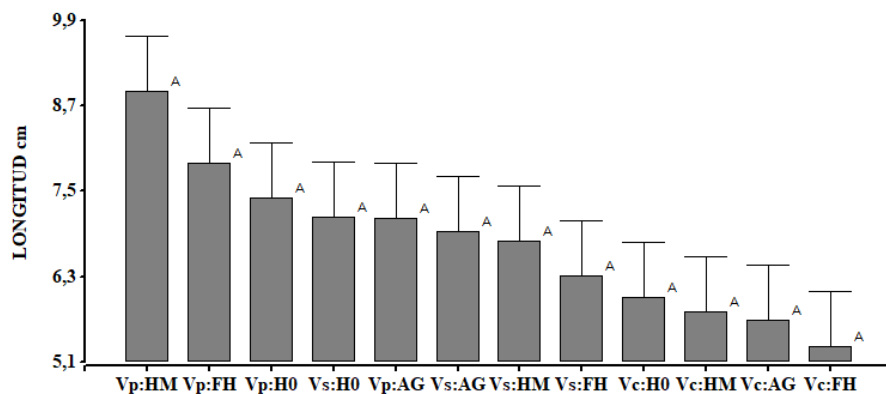
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,80358

Error: 2,3751 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vp	HM	8,89	4	0,77 A
Vp	FH	7,89	4	0,77 A
Vp	H0	7,40	4	0,77 A
Vs	H0	7,13	4	0,77 A
Vp	AG	7,11	4	0,77 A
Vs	AG	6,94	4	0,77 A
Vs	HM	6,80	4	0,77 A
Vs	FH	6,31	4	0,77 A
Vc	H0	6,02	4	0,77 A
Vc	HM	5,81	4	0,77 A
Vc	AG	5,69	4	0,77 A
Vc	FH	5,32	4	0,77 A

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

LONGITUD DE ENTRENADOS 150 DÍAS



Anexo 12D. Análisis de la varianza para longitud de entrenudos a los 180 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LON ENTRE 180 DÍAS	48	0,30	0,08	21,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	36,80	11	3,35	1,40	0,2169
ESPECIES	30,04	2	15,02	6,27	0,0046
FITOHORMONAS	1,80	3	0,60	0,25	0,8604
ESPECIES*FITOHORMONAS	4,96	6	0,83	0,34	0,9082
Error	86,27	36	2,40		
Total	123,08	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,33782

Error: 2,3965 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vp	8,10	16	0,39 A
Vs	7,24	16	0,39 A B
Vc	6,17	16	0,39 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,70211

Error: 2,3965 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
HM	7,46	12	0,45 A
H0	7,23	12	0,45 A
AG	7,03	12	0,45 A
FH	6,96	12	0,45 A

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

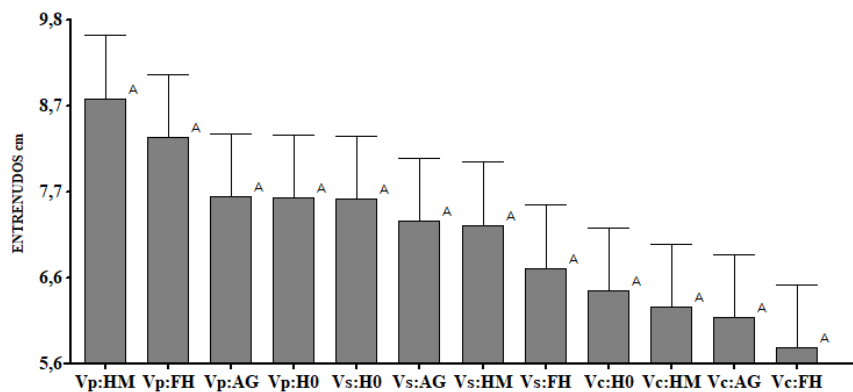
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,82068

Error: 2,3965 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vp	HM	8,83	4	0,77 A
Vp	FH	8,35	4	0,77 A
Vp	AG	7,63	4	0,77 A
Vp	H0	7,61	4	0,77 A
Vs	H0	7,60	4	0,77 A
Vs	AG	7,33	4	0,77 A
Vs	HM	7,28	4	0,77 A
Vs	FH	6,75	4	0,77 A
Vc	H0	6,48	4	0,77 A
Vc	HM	6,28	4	0,77 A
Vc	AG	6,15	4	0,77 A
Vc	FH	5,78	4	0,77 A

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

LONGITUD DE ENTRENUDOS 180 DÍAS



Anexo 13. Análisis de la varianza número de hojas a los 180 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N°HOJAS	48	0,75	0,68	33,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1111,42	11	101,04	10,03	<0,0001
ESPECIES	990,79	2	495,40	49,20	<0,0001
FITOHORMONAS	36,42	3	12,14	1,21	0,3217
ESPECIES*FITOHORMONAS	84,21	6	14,03	1,39	0,2438
Error	362,50	36	10,07		
Total	1473,92	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,74228

Error: 10,0694 gl: 36

ESPECIES Medias n E.E.

Vs	15,88	16	0,79	A
Vc	7,31	16	0,79	B
Vp	5,44	16	0,79	B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,48899

Error: 10,0694 gl: 36

FITOHORMONAS Medias n E.E.

FH	10,25	12	0,92	A
H0	10,17	12	0,92	A
HM	9,67	12	0,92	A
AG	8,08	12	0,92	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,83165

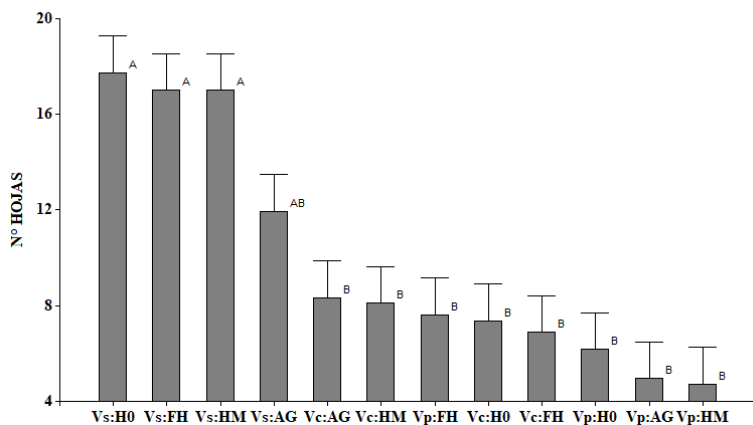
Error: 10,0694 gl: 36

ESPECIES FITOHORMONAS Medias n E.E.

Vs	H0	17,75	4	1,59	A
Vs	FH	17,00	4	1,59	A
Vs	HM	17,00	4	1,59	A
Vs	AG	11,75	4	1,59	A B
Vc	AG	8,00	4	1,59	B
Vc	HM	7,75	4	1,59	B
Vp	FH	7,25	4	1,59	B
Vc	H0	7,00	4	1,59	B
Vc	FH	6,50	4	1,59	B
Vp	H0	5,75	4	1,59	B
Vp	AG	4,50	4	1,59	B
Vp	HM	4,25	4	1,59	B

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

NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA



Anexo 14. Análisis de la varianza para longitud de hoja 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LON HOJA DÍA 60	48	0,98	0,98	4,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,73	11	0,52	208,33	<0,0001
ESPECIES	5,73	2	2,87	1145,65	<0,0001
FITOHORMONAS	2,9E-04	3	9,7E-05	0,04	0,9897
ESPECIES*FITOHORMONAS	5,8E-04	6	9,7E-05	0,04	0,9997
Error	0,09	36	2,5E-03		
Total	5,82	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04323

Error: 0,0025 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	1,73	16	0,01 A
Vp	1,00	16	0,01 B
Vc	1,00	16	0,01 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05500

Error: 0,0025 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
HM	1,25	12	0,01 A
H0	1,25	12	0,01 A
FH	1,24	12	0,01 A
AG	1,24	12	0,01 A

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

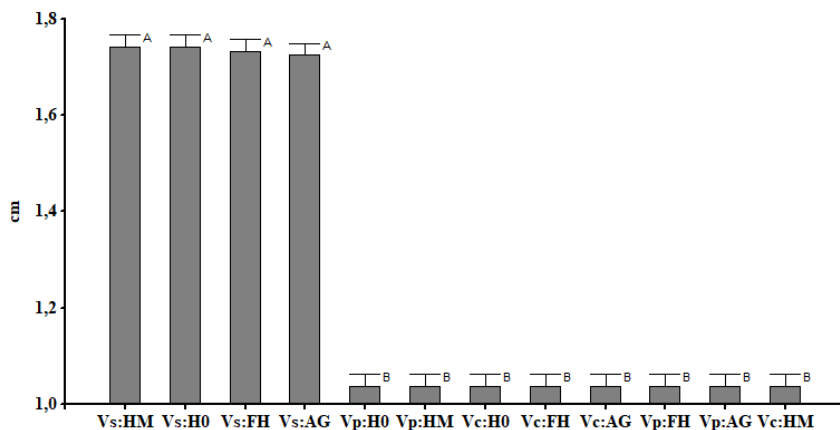
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12345

Error: 0,0025 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	HM	1,74	4	0,03 A
Vs	H0	1,74	4	0,03 A
Vs	FH	1,73	4	0,03 A
Vs	AG	1,72	4	0,03 A
Vp	H0	1,00	4	0,03 B
Vp	HM	1,00	4	0,03 B
Vc	H0	1,00	4	0,03 B
Vc	FH	1,00	4	0,03 B
Vc	AG	1,00	4	0,03 B
Vp	FH	1,00	4	0,03 B
Vp	AG	1,00	4	0,03 B
Vc	HM	1,00	4	0,03 B

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

LONGITUD DE HOJA 60 DÍAS



Anexo 14A. Análisis de la varianza para longitud de hoja 90 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LON HOJA DÍA 90	48	0,46	0,30	18,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12,05	11	1,10	2,82	0,0093
ESPECIES	9,07	2	4,54	11,68	0,0001
FITOHORMONAS	1,18	3	0,39	1,01	0,4001
ESPECIES*FITOHORMONAS	1,80	6	0,30	0,77	0,5968
Error	13,98	36	0,39		
Total	26,03	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,53852

Error: 0,3883 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	3,97	16	0,16 A
Vc	3,21	16	0,16 B
Vp	2,94	16	0,16 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,68516

Error: 0,3883 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
HM	3,62	12	0,18 A
AG	3,40	12	0,18 A
H0	3,29	12	0,18 A
FH	3,20	12	0,18 A

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

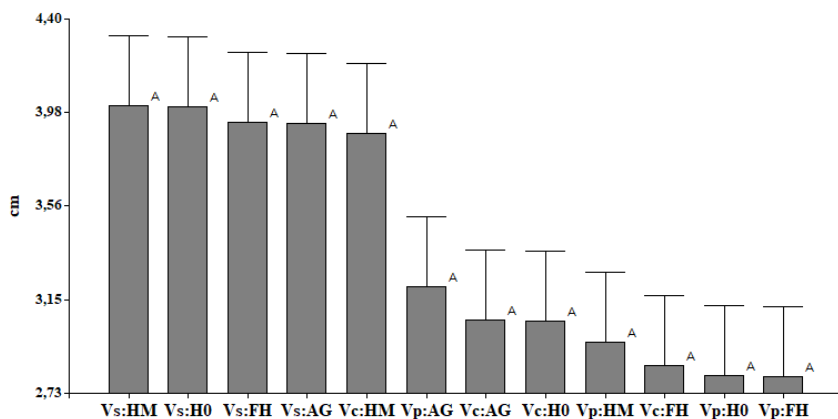
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,53796

Error: 0,3883 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	HM	4,01	4	0,31 A
Vs	H0	4,01	4	0,31 A
Vs	FH	3,94	4	0,31 A
Vs	AG	3,93	4	0,31 A
Vc	HM	3,89	4	0,31 A
Vp	AG	3,20	4	0,31 A
Vc	AG	3,06	4	0,31 A
Vc	H0	3,05	4	0,31 A
Vp	HM	2,96	4	0,31 A
Vc	FH	2,86	4	0,31 A
Vp	H0	2,81	4	0,31 A
Vp	FH	2,81	4	0,31 A

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

LONGITUD DE HOJA 90 DÍAS



Anexo 14B. Análisis de la varianza para longitud de hoja 120 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONG HOJA DÍA 120	48	0,23	0,00	19,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14,67	11	1,33	0,98	0,4811
ESPECIES	2,75	2	1,37	1,01	0,3745
FITOHORMONAS	4,65	3	1,55	1,14	0,3458
ESPECIES*FITOHORMONAS	7,27	6	1,21	0,89	0,5117
Error	48,95	36	1,36		
Total	63,62	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,00774

Error: 1,3598 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vc	6,47	16	0,29 A
Vs	6,01	16	0,29 A
Vp	5,93	16	0,29 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,28214

Error: 1,3598 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
HM	6,62	12	0,34 A
AG	6,18	12	0,34 A
H0	5,96	12	0,34 A
FH	5,79	12	0,34 A

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

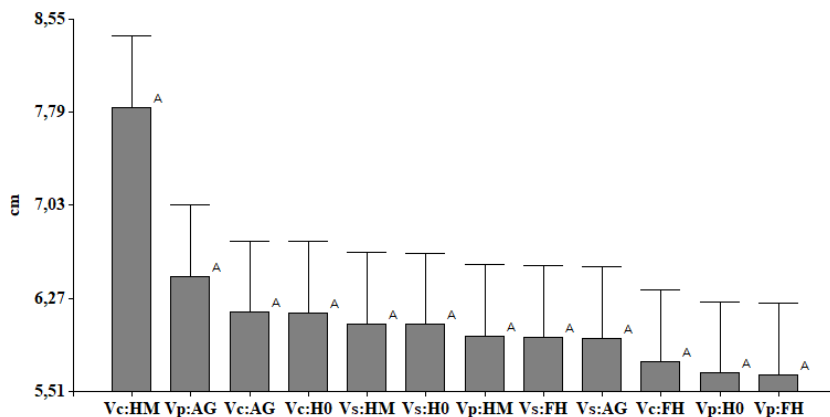
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,87799

Error: 1,3598 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vc	HM	7,83	4	0,58 A
Vp	AG	6,45	4	0,58 A
Vc	AG	6,16	4	0,58 A
Vc	H0	6,15	4	0,58 A
Vs	HM	6,07	4	0,58 A
Vs	H0	6,06	4	0,58 A
Vp	HM	5,96	4	0,58 A
Vs	FH	5,96	4	0,58 A
Vs	AG	5,95	4	0,58 A
Vc	FH	5,76	4	0,58 A
Vp	H0	5,66	4	0,58 A
Vp	FH	5,65	4	0,58 A

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

LONGITUD DE HOJA 120 DÍAS



Anexo 14C. Análisis de la varianza para longitud de hoja 150 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONG HOJA DÍA 150	48	0,32	0,11	19,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	49,65	11	4,51	1,54	0,1615
ESPECIES	22,90	2	11,45	3,90	0,0294
FITOHORMONAS	10,37	3	3,46	1,18	0,3323
ESPECIES*FITOHORMONAS	16,38	6	2,73	0,93	0,4862
Error	105,80	36	2,94		
Total	155,44	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,48146

Error: 2,9388 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vc	9,55	16	0,43 A
Vp	8,75	16	0,43 A B
Vs	7,86	16	0,43 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,88486

Error: 2,9388 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
HM	9,44	12	0,49 A
AG	8,79	12	0,49 A
H0	8,45	12	0,49 A
FH	8,20	12	0,49 A

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

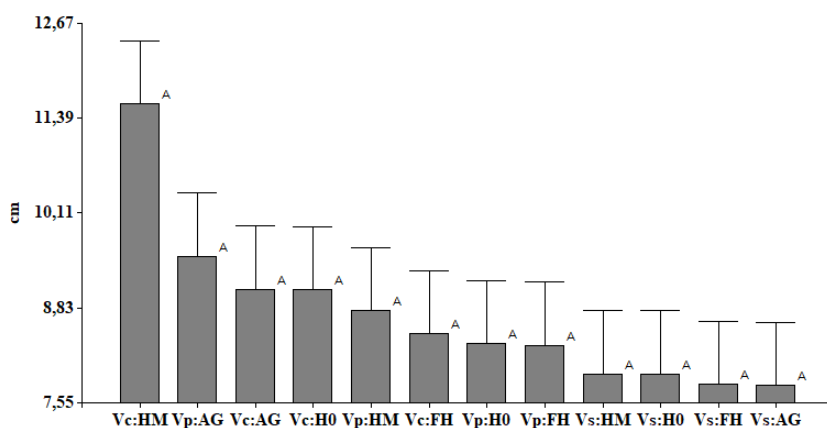
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,23090

Error: 2,9388 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vc	HM	11,58	4	0,86 A
Vp	AG	9,52	4	0,86 A
Vc	AG	9,08	4	0,86 A
Vc	H0	9,07	4	0,86 A
Vp	HM	8,79	4	0,86 A
Vc	FH	8,48	4	0,86 A
Vp	H0	8,34	4	0,86 A
Vp	FH	8,33	4	0,86 A
Vs	HM	7,94	4	0,86 A
Vs	H0	7,93	4	0,86 A
Vs	FH	7,80	4	0,86 A
Vs	AG	7,78	4	0,86 A

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

LONGITUD DE HOJA 150 DÍAS



Anexo 14D. Análisis de la varianza para longitud de hoja 180 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONG HOJA DÍA 180	48	0,39	0,20	19,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	117,04	11	10,64	2,07	0,0492
ESPECIES	69,48	2	34,74	6,77	0,0032
FITOHORMONAS	18,42	3	6,14	1,20	0,3248
ESPECIES*FITOHORMONAS	29,15	6	4,86	0,95	0,4741
Error	184,67	36	5,13		
Total	301,72	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,95731

Error: 5,1298 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vc	12,84	16	0,57 A
Vp	11,76	16	0,57 A B
Vs	9,93	16	0,57 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,49028

Error: 5,1298 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
HM	12,47	12	0,65 A
AG	11,61	12	0,65 A
H0	11,15	12	0,65 A
FH	10,82	12	0,65 A

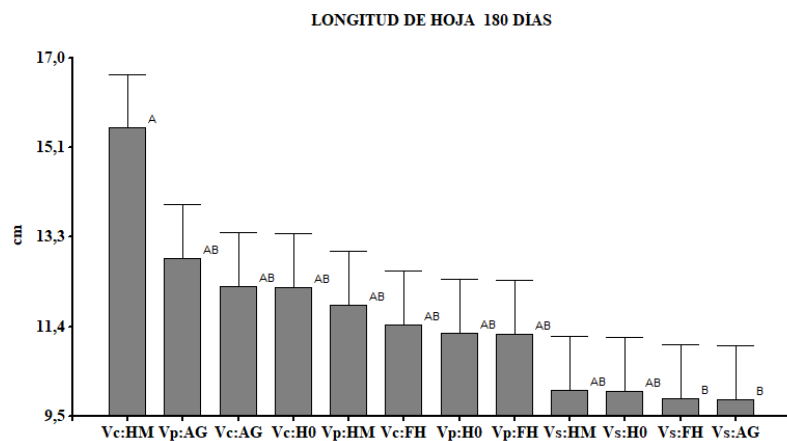
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,58988

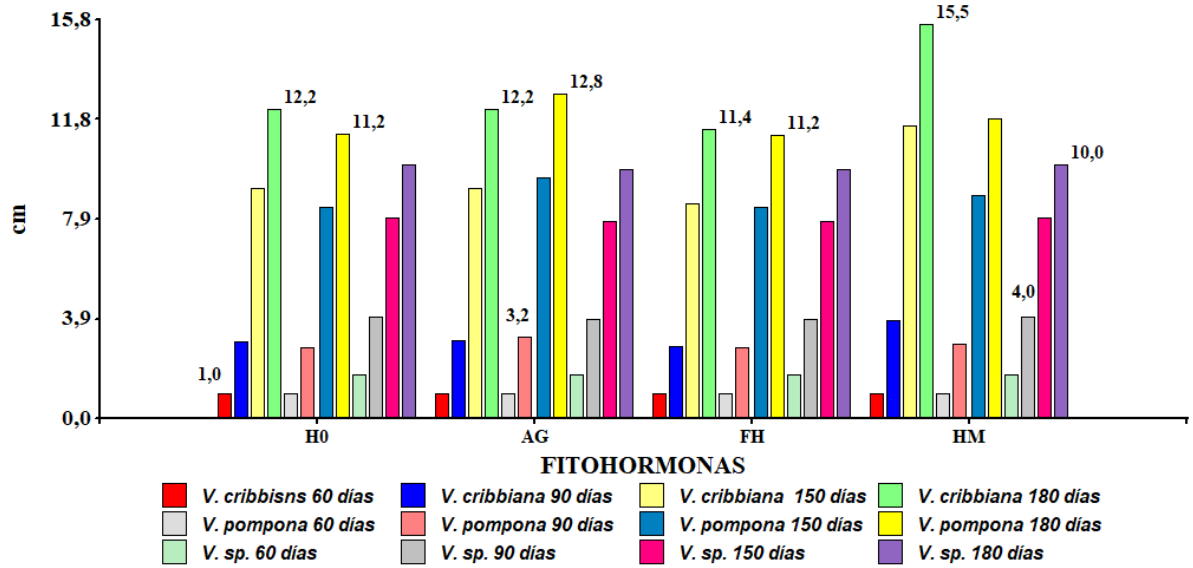
Error: 5,1298 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vc	HM	15,55	4	1,13 A
Vp	AG	12,80	4	1,13 A B
Vc	AG	12,21	4	1,13 A B
Vc	H0	12,20	4	1,13 A B
Vp	HM	11,83	4	1,13 A B
Vc	FH	11,41	4	1,13 A B
Vp	H0	11,23	4	1,13 A B
Vp	FH	11,20	4	1,13 A B
Vs	HM	10,03	4	1,13 A B
Vs	H0	10,01	4	1,13 A B
Vs	FH	9,85	4	1,13 B
Vs	AG	9,83	4	1,13 B

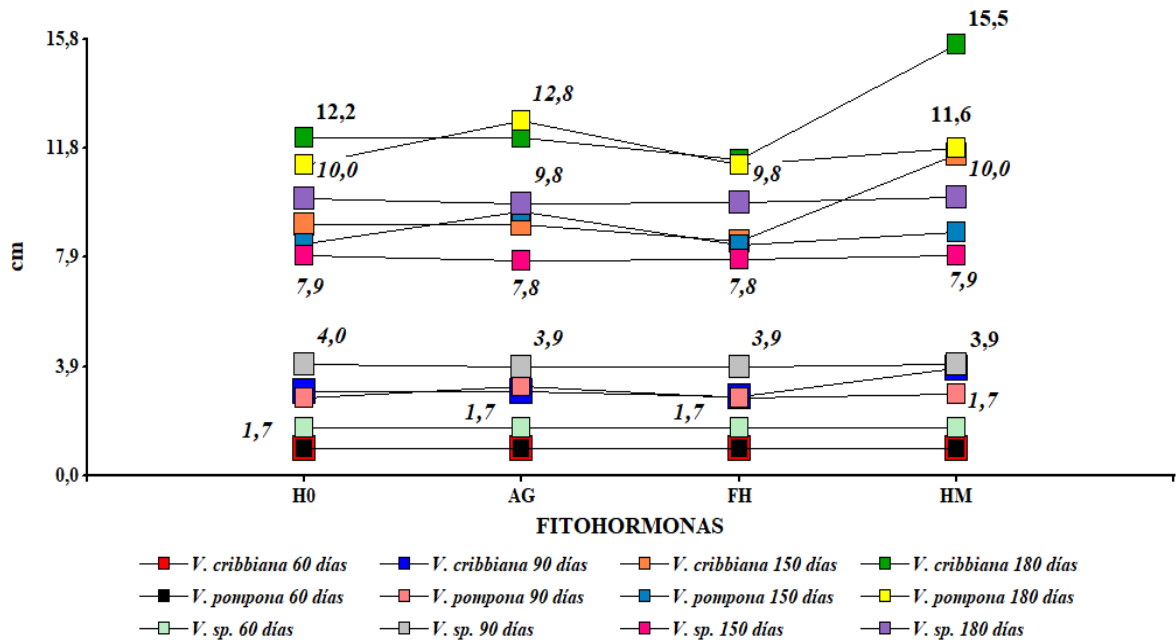
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



LONGITUD DE HOJAS 60-90-150 Y 180 DÍAS



LONGITUD DE HOJA 60-90-150 Y 180 DÍAS



Anexo 15. Análisis de varianza ancho de hoja a los 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ANC:HOJA DÍA 60	48	0,98	0,98	1,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,73	11	0,07	189,69	<0,0001
ESPECIES	0,72	2	0,36	1037,11	<0,0001
FITOHORMONAS	1,4E-03	3	4,8E-04	1,37	0,2664
ESPECIES*FITOHORMONAS	2,9E-03	6	4,8E-04	1,37	0,2516
Error	0,01	36	3,5E-04		
Total	0,74	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01615

Error: 0,0003 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.	
Vs	1,26	16	4,7E-03	A
Vp	1,00	16	4,7E-03	B
Vc	1,00	16	4,7E-03	B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02055

Error: 0,0003 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.	
H0	1,10	12	0,01	A
HM	1,09	12	0,01	A
FH	1,08	12	0,01	A
AG	1,08	12	0,01	A

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

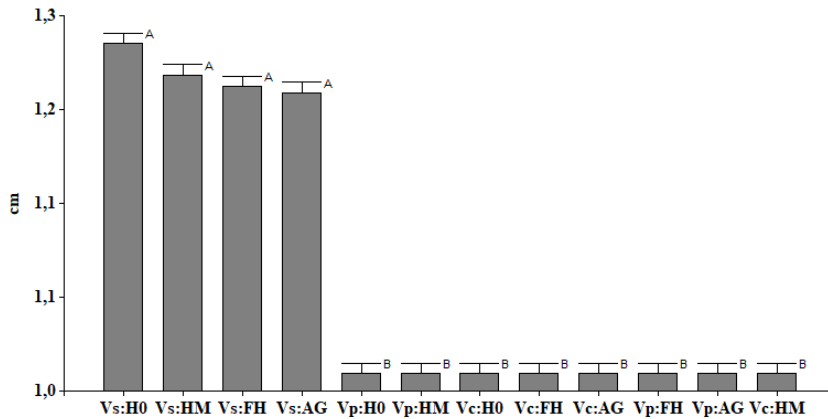
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04613

Error: 0,0003 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.	
Vs	H0	1,29	4	0,01	A
Vs	HM	1,26	4	0,01	A
Vs	FH	1,25	4	0,01	A
Vs	AG	1,25	4	0,01	A
Vp	H0	1,00	4	0,01	B
Vp	HM	1,00	4	0,01	B
Vc	H0	1,00	4	0,01	B
Vc	FH	1,00	4	0,01	B
Vc	AG	1,00	4	0,01	B
Vp	FH	1,00	4	0,01	B
Vp	AG	1,00	4	0,01	B
Vc	HM	1,00	4	0,01	B

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

ANCHO HOJAS 60 DÍAS



Anexo 15A. Análisis de varianza ancho de hoja a los 90 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ANC HOJA DÍA 90	48	0,60	0,48	3,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,15	11	0,01	4,90	0,0001
ESPECIES	0,13	2	0,07	23,35	<0,0001
FITOHORMONAS	0,01	3	1,8E-03	0,65	0,5893
ESPECIES*FITOHORMONAS	0,01	6	2,5E-03	0,88	0,5196
Error	0,10	36	2,8E-03		
Total	0,25	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04571

Error: 0,0028 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	1,49	16	0,01 A
Vc	1,38	16	0,01 B
Vp	1,38	16	0,01 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05816

Error: 0,0028 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
H0	1,43	12	0,02 A
HM	1,43	12	0,02 A
AG	1,41	12	0,02 A
FH	1,40	12	0,02 A

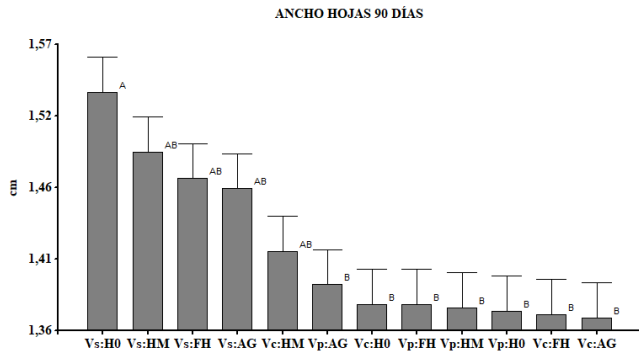
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13055

Error: 0,0028 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	H0	1,54	4	0,03 A
Vs	HM	1,49	4	0,03 A B
Vs	FH	1,47	4	0,03 A B
Vs	AG	1,46	4	0,03 A B
Vc	HM	1,42	4	0,03 A B
Vp	AG	1,39	4	0,03 B
Vc	H0	1,38	4	0,03 B
Vp	FH	1,38	4	0,03 B
Vp	HM	1,37	4	0,03 B
Vp	H0	1,37	4	0,03 B
Vc	FH	1,37	4	0,03 B
Vc	AG	1,37	4	0,03 B

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



Anexo 15B. Análisis de varianza ancho de hoja a los 120 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ANC HOJA DÍA 120	48	0,16	0,00	15,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,53	11	0,05	0,62	0,7994
ESPECIES	0,02	2	0,01	0,10	0,9065
FITOHORMONAS	0,13	3	0,04	0,57	0,6412
ESPECIES*FITOHORMONAS	0,38	6	0,06	0,82	0,5608
Error	2,80	36	0,08		
Total	3,33	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,24090

Error: 0,0777 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	1,80	16	0,07 A
Vc	1,76	16	0,07 A
Vp	1,75	16	0,07 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30649

Error: 0,0777 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
HM	1,83	12	0,08 A
H0	1,81	12	0,08 A
AG	1,73	12	0,08 A
FH	1,71	12	0,08 A

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

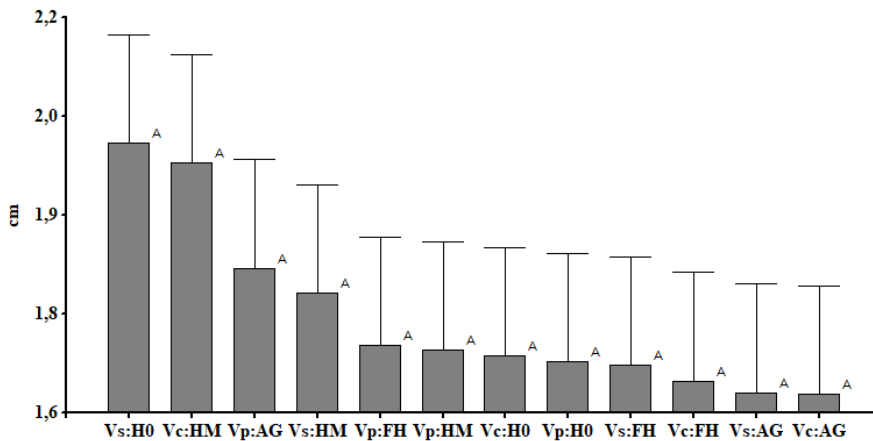
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,68797

Error: 0,0777 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	H0	2,00	4	0,14 A
Vc	HM	1,97	4	0,14 A
Vp	AG	1,84	4	0,14 A
Vs	HM	1,80	4	0,14 A
Vp	FH	1,74	4	0,14 A
Vp	HM	1,73	4	0,14 A
Vc	H0	1,72	4	0,14 A
Vp	H0	1,72	4	0,14 A
Vs	FH	1,71	4	0,14 A
Vc	FH	1,69	4	0,14 A
Vs	AG	1,68	4	0,14 A
Vc	AG	1,67	4	0,14 A

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

ANCHO DE HOJA 120 DÍAS



Anexo 15C. Análisis de varianza ancho de hoja a los 150 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ANC HOJA DÍA 150	48	0,23	0,00	15,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,72	11	0,16	0,95	0,5055
ESPECIES	0,68	2	0,34	2,07	0,1412
FITOHORMONAS	0,23	3	0,08	0,48	0,7010
ESPECIES*FITOHORMONAS	0,81	6	0,13	0,82	0,5643
Error	5,92	36	0,16		
Total	7,64	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,35041

Error: 0,1644 gl: 36

ESPECIES Medias n E.E.

Vc	2,63	16	0,10	A
Vp	2,62	16	0,10	A
Vs	2,37	16	0,10	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44583

Error: 0,1644 gl: 36

FITOHORMONAS Medias n E.E.

HM	2,63	12	0,12	A
H0	2,59	12	0,12	A
AG	2,49	12	0,12	A
FH	2,46	12	0,12	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,00074

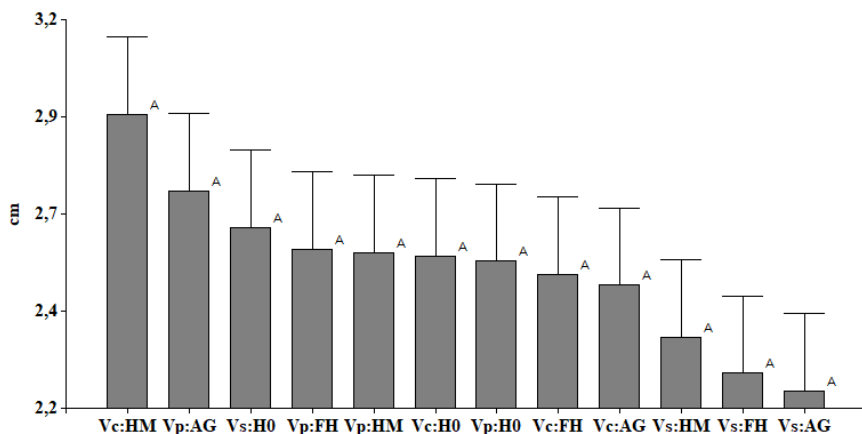
Error: 0,1644 gl: 36

ESPECIES FITOHORMONAS Medias n E.E.

Vc	HM	2,94	4	0,20	A
Vp	AG	2,74	4	0,20	A
Vs	H0	2,65	4	0,20	A
Vp	FH	2,59	4	0,20	A
Vp	HM	2,58	4	0,20	A
Vc	H0	2,57	4	0,20	A
Vp	H0	2,56	4	0,20	A
Vc	FH	2,52	4	0,20	A
Vc	AG	2,50	4	0,20	A
Vs	HM	2,36	4	0,20	A
Vs	FH	2,27	4	0,20	A
Vs	AG	2,22	4	0,20	A

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

ANCHO DE HOJA 150 DÍAS



Anexo 15D. Análisis de varianza ancho de hoja a los 180 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ANC HOJA DÍA 180	48	0,32	0,11	16,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,75	11	0,43	1,52	0,1667
ESPECIES	3,00	2	1,50	5,28	0,0098
FITOHORMONAS	0,40	3	0,13	0,47	0,7078
ESPECIES*FITOHORMONAS	1,36	6	0,23	0,80	0,5792
Error	10,23	36	0,28		
Total	14,98	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46065

Error: 0,2841 gl: 36

ESPECIES Medias n E.E.

Vc 3,51 16 0,13 A

Vp 3,49 16 0,13 A

Vs 2,97 16 0,13 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,58608

Error: 0,2841 gl: 36

FITOHORMONAS Medias n E.E.

HM 3,44 12 0,15 A

H0 3,38 12 0,15 A

AG 3,25 12 0,15 A

FH 3,21 12 0,15 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,31556

Error: 0,2841 gl: 36

ESPECIES FITOHORMONAS Medias n E.E.

Vc HM 3,92 4 0,27 A

Vp AG 3,65 4 0,27 A

Vp FH 3,45 4 0,27 A

Vp HM 3,44 4 0,27 A

Vc H0 3,43 4 0,27 A

Vp H0 3,41 4 0,27 A

Vc FH 3,36 4 0,27 A

Vc AG 3,33 4 0,27 A

Vs H0 3,31 4 0,27 A

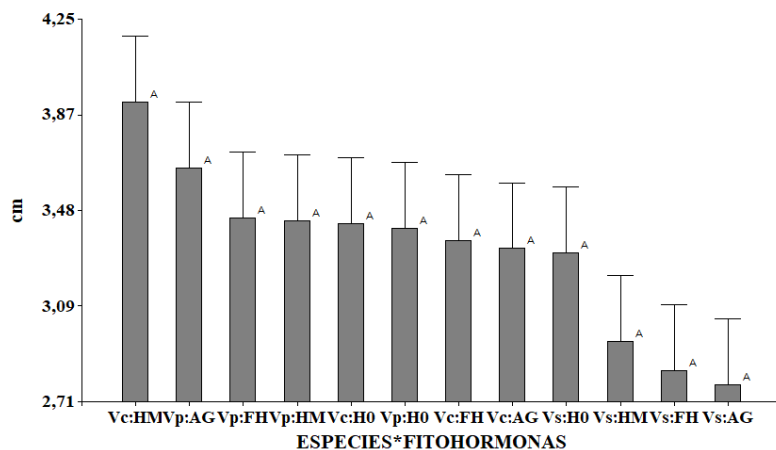
Vs HM 2,95 4 0,27 A

Vs FH 2,83 4 0,27 A

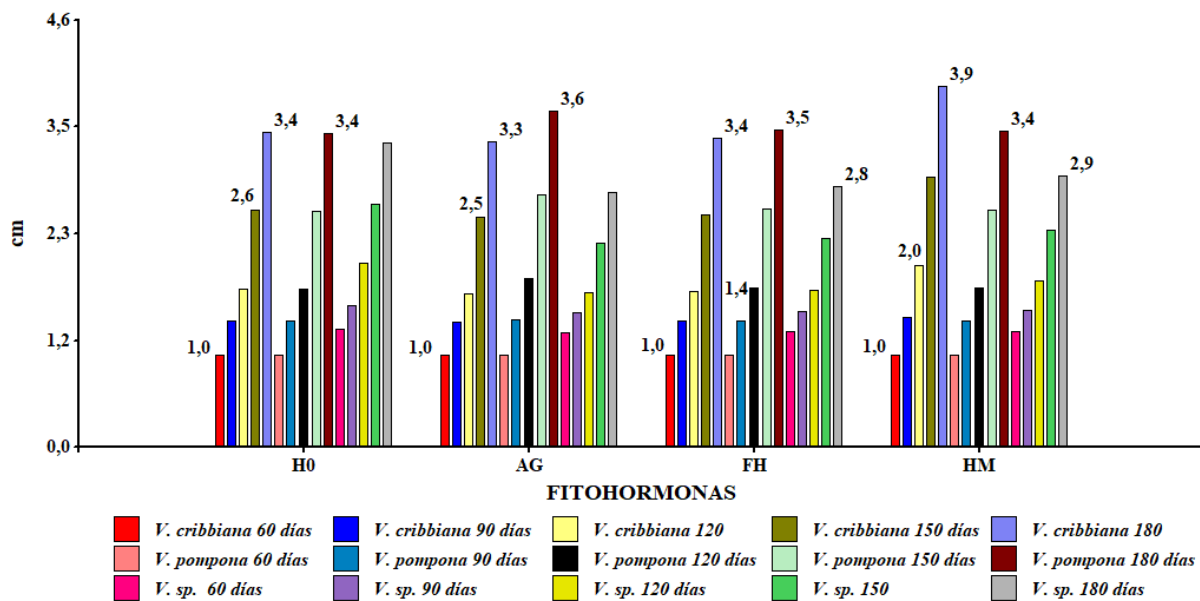
Vs AG 2,78 4 0,27 A

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

ANCHO DE HOJA 180 DÍAS



ANCHO DE HOJA A LOS 60 - 90 - 120 - 150 Y 180 DÍAS



Anexo 16. Análisis de la varianza para área foliar a los 180 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ÁREA FOLIAR	48	0,53	0,38	28,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2632,85	11	239,35	3,66	0,0015
ESPECIES	2052,63	2	1026,32	15,68	<0,0001
FITOHORMONAS	133,59	3	44,53	0,68	0,5699
ESPECIES*FITOHORMONAS	446,63	6	74,44	1,14	0,3611
Error	2356,78	36	65,47		
Total	4989,63	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,99226

Error: 65,4662 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.	
Vc	34,40	16	2,02	A
Vp	31,11	16	2,02	A
Vs	19,18	16	2,02	B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,89623

Error: 65,4662 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.	
HM	30,39	12	2,34	A
AG	29,27	12	2,34	A
FH	27,02	12	2,34	A
H0	26,25	12	2,34	A

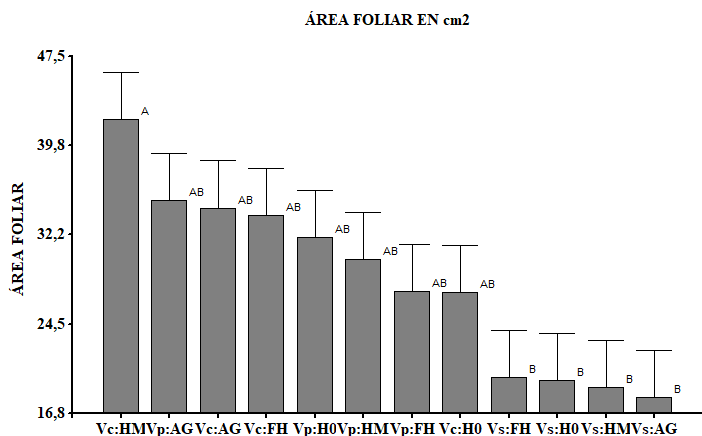
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=19,96912

Error: 65,4662 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.	
Vc	HM	42,07	4	4,05	A
Vp	AG	35,12	4	4,05	A B
Vc	AG	34,48	4	4,05	A B
Vc	FH	33,85	4	4,05	A B
Vp	H0	31,93	4	4,05	A B
Vp	HM	30,08	4	4,05	A B
Vp	FH	27,30	4	4,05	A B
Vc	H0	27,20	4	4,05	A B
Vs	FH	19,89	4	4,05	B
Vs	H0	19,61	4	4,05	B
Vs	HM	19,01	4	4,05	B
Vs	AG	18,20	4	4,05	B

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



Anexo 17. Análisis de la varianza porcentaje de sobrevivencia a los 180 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% SOBREVIVENCIA	48	0,56	0,43	17,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7142,72	11	649,34	4,19	0,0005
ESPECIES	4820,78	2	2410,39	15,57	<0,0001
FITOHORMONAS	243,25	3	81,08	0,52	0,6687
ESPECIES*FITOHORMONAS	2078,69	6	346,45	2,24	0,0616
Error	5572,65	36	154,80		
Total	12715,36	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,75198

Error: 154,7957 gl: 36

ESPECIES	Medias	n	E.E.
Vs	85,93	16	3,11 A
Vc	71,67	16	3,11 B
Vp	61,49	16	3,11 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,67971

Error: 154,7957 gl: 36

FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
H0	76,43	12	3,59 A
FH	73,71	12	3,59 A
AG	71,00	12	3,59 A
HM	71,00	12	3,59 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=30,70647

Error: 154,7957 gl: 36

ESPECIES	FITOHORMONAS	Medias	n	E.E.
Vs	HM	90,00	4	6,22 A
Vs	H0	90,00	4	6,22 A
Vs	FH	90,00	4	6,22 A
Vc	AG	81,86	4	6,22 A B
Vs	AG	73,71	4	6,22 A B
Vc	FH	73,71	4	6,22 A B
Vp	H0	73,71	4	6,22 A B
Vc	HM	65,57	4	6,22 A B
Vc	H0	65,57	4	6,22 A B
Vp	AG	57,42	4	6,22 B
Vp	FH	57,42	4	6,22 B
Vp	HM	57,42	4	6,22 B

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

