



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EFFECTOS DE DISTINTAS CONCENTRACIONES
HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN
ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum*)**

TESIS

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

ROBERTO DAVID CARRANZA PATIÑO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. CESAR VARAS MAENZA

QUEVEDO - ECUADOR

2012

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Roberto David Carranza Patiño, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____

Roberto David Carranza Patiño

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Ing. Cesar Varas Maenza, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado Roberto David Carranza Patiño, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ing. Agrónomo de la tesis de grado titulada “Efectos de distintas concentraciones hormonales en la Inducción de raíces en estacas de Pimienta Negra (*Piper Nigrum*)”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Tesis de grado presentada al Honorable Consejo
Directivo como requisito previo a la obtención del
título de Ingeniero agrónomo**

Aprobado:

ING. FRANCISCO MITE

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Alfonso Vasco

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Econ. Kléber González

MIEMBRO DE TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

AÑO 2012

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento a todas las personas que con su colaboración, hicieron posible la culminación de la presente investigación.

- A mis padres y hermanas, por su ayuda incondicional para culminar mis estudios profesionales.
- A mis hijos, fuente de mi superación.
- Ing. Cesar varas Maenza Director de tesis
- Ing. Agr. M.Sc. Silvia Saucedo Aguiar, cotutora de tesis
- Ing. Zoo Orly Cevallos Falquez Investigador del Laboratorio de Biotecnología.
- Ing. María Lorena Cadme Arévalo Investigador del Laboratorio de Biotecnología.
- Ing. Roque Vivas M., Rector de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

- Ing. Félix Valverde Cruz, Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias.
- Ing. Paula Plaza Subdecana de la Facultad de Ciencias Agrarias.
- Personal técnico del Laboratorio de Biotecnología de la UTEQ.
- Personal de Programa de Producción de Plantas Ornamentales y Medicinales.
- A todos mis compañeros de aula a los cuales aprecio mucho ya que gracias a su apoyo estoy cumpliendo mis metas.

Dedicatoria

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante, rompiendo todas las barreras que se me presentan en la vida. A mi madre Susana Patiño y mi padre Pedro Carranza ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, fueron los que me dieron ese cariño y calor humano necesario, han velado por mi salud, mi educación, alimentación, entre otros. A ellos, a quienes debo todo, horas de consejos, de regaños, de reprimendas de tristezas y de alegrías, de las cuales estoy muy seguro que las han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgulloso. A mis hermanas las cuales han estado a mi lado, han compartido todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos, mis preferidas pues son las únicas. Helen la mayor, de carácter fuerte y orgullosa pero que me ha demostrado un amor genuino, y por supuesto Mechita, la menor pero no por eso la menos importante, la más alegre de la familia, la que en algunas ocasiones cumplió el rol de madre conmigo aconsejándome y empujándome cuando mis brazos estaban caídos, una persona capaz de sacrificarse por el bien de su familia. También les agradezco a mis amigos más cercanos, a esos amigos que siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí. A mis dos hermosos hijos Jeffrey y Teo David por ser la fuente de mi inspiración y superación.

Índice

CAPÍTULO I	1
Marco Contextual de la Investigación.....	1
1. INTRODUCCIÓN	2
CAPITULO II	6
Marco Teórico.....	6
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1 Origen de la Pimienta Negra.....	7
2.2 Descripción Botánica de la Pimienta Negra	7
2.3 Clima y Suelos	9
2.4 Métodos de Propagación.....	10
2.5 Multiplicación Vegetativa	13
2.6 Factores que afectan la multiplicación por estacas	15
2.7 Sustratos para el enraizamiento.....	16
2.8 Hormonas de enraizamiento.....	19
CAPITULO III	22
Metodología de la Investigación	22
3 MATERIALES Y METODOS	23
3.1.1 Condiciones Agroclimáticas.....	23
3.3 Factores en estudio.....	25
E: Diseño Experimental.....	26
• Combinaciones de los Tratamientos	27
CAPÍTULO IV	31
Resultados y Discusión.....	31
4. RESULTADOS	32
4.1 Efecto simple del enraizamiento en la variable número de raíces en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (<i>PIPER nigrum L.</i>). 2012.....	32
4.2 Efecto simple del enraizamiento en la variable longitud de raíces en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (<i>PIPER nigrum L.</i>). 2012. 34	34

4.3	Efecto simple del enraizamiento en la variable número de brotes en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (<i>PIPER nigrum L.</i>) 2012. .	37
4.4	Efecto simple del enraizamiento en la variable longitud de brotes en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (<i>PIPER nigrum L.</i>). 2012.	40
4.5	Efecto simple del enraizamiento en la variable porcentaje de sobrevivencia en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (<i>PIPER nigrum L.</i>). 2012.....	42
4.6	Efecto simple del enraizamiento en la variable porcentaje de enraizamiento en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (<i>PIPER nigrum L.</i>). 2012.....	45
4.7	Evaluación Económica.....	48
4.8	DISCUSIÓN.....	52
	CAPITULO V.....	56
	Conclusiones y Recomendaciones.....	56
	5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
	CAPITULO VI.....	59
	Bibliografía.....	59
	6. LITERATURA CITADA.....	60
	ICAPITULO VII.....	65
	Anexos.....	65

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA FINCA “LA MARÍA”.....	23
CUADRO 2. COMBINACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	27
CUADRO 3. TIEMPO DE ACLIMATACIÓN DE ESQUEJES PIMIENTA EXPUESTAS AL SOL.....	30
CUADRO 4. PROMEDIOS DEL EFECTO SIMPLE DE LOS FACTORES, HORMONAS (ANA Y AIB) Y SUSTRATOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (<i>PIPER NIGRUM L.</i>) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.....	33
CUADRO 5. PROMEDIOS DE LA INTERACCIÓN HORMONAS (ANA Y AIB) POR SUSTRATOS (TIERRA Y ARENA) EN LA VARIABLE NÚMERO DE RAÍCES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (<i>PIPER NIGRUM L.</i>) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.....	34
CUADRO 6. PROMEDIOS DEL EFECTO SIMPLE DE LOS FACTORES, HORMONAS (ANA Y AIB) Y SUSTRATOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE RAÍCES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (<i>PIPER NIGRUM L.</i>) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.....	35
CUADRO 7. PROMEDIOS DE LA INTERACCIÓN HORMONAS (ANA Y AIB) POR SUSTRATOS (TIERRA Y ARENA) EN LA VARIABLE LONGITUD DE RAICES EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (<i>PIPER NIGRUM L.</i>) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.....	36
CUADRO 8. PROMEDIOS DEL EFECTO SIMPLE DE LOS FACTORES, HORMONAS (ANA Y AIB) Y SUSTRATOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE BROTES EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (<i>PIPER NIGRUM L.</i>) A	

LOS..45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.....	38
CUADRO 9. PROMEDIOS DE LA INTERACCIÓN HORMONAS (ANA Y AIB) POR SUSTRATOS (TIERRA Y ARENA) EN LA VARIABLE NÚMERO DE BROTES EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (PIPER NIGRUM L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.....	39
CUADRO 10. PROMEDIOS DEL EFECTO SIMPLE DE LOS FACTORES, HORMONAS (ANA Y AIB) Y SUSTRATOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE BROTES EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (PIPER NIGRUM L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.....	41
CUADRO 11. PROMEDIOS DE LA INTERACCIÓN HORMONAS (ANA Y AIB) POR SUSTRATOS (TIERRA Y ARENA) EN LA VARIABLE LONGITUD DE BROTES EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (PIPER NIGRUM L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.....	42
CUADRO 12. PROMEDIOS DEL EFECTO SIMPLE DE LOS FACTORES, HORMONAS (ANA Y AIB) Y SUSTRATOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (<i>PIPER NIGRUM L.</i>) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.....	43
CUADRO 13. PROMEDIOS DE LA INTERACCIÓN HORMONAS (ANA Y AIB) POR SUSTRATOS (TIERRA Y ARENA) EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (<i>PIPER NIGRUM L.</i>) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.....	44

CUADRO 14.	PROMEDIOS DEL EFECTO SIMPLE DE LOS FACTORES, HORMONAS (ANA Y AIB) Y SUSTRATOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (<i>PIPER NIGRUM L.</i>) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.....	46
CUADRO 15.	PROMEDIOS DE LA INTERACCIÓN HORMONAS (ANA Y AIB) POR SUSTRATOS (TIERRA Y ARENA) EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (<i>PIPER NIGRUM L.</i>) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.....	47
CUADRO 16:	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (<i>PIPER NIGRUM L.</i>) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2011.....	49

ÍNDICE DE ANEXOS

1: Análisis de varianza para el número de raíces en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (<i>Piper nigrum L.</i>). UTEQ 2012.....	67
1. Análisis de varianza para la longitud de raíces en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (<i>Piper nigrum L.</i>). UTEQ 2012.....	67
3: Análisis de varianza para el número de brotes en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (<i>Piper nigrum L.</i>). UTEQ 2012.....	68
4: Análisis de varianza para el longitud de brotes en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (<i>Piper nigrum L.</i> 2012.....	68
6: Análisis de varianza para el diámetro final en el efectos de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (<i>Piper nigrum L.</i>). UTEQ 2012.....	69
7: Análisis de varianza para el porcentaje de sobrevivencia en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (<i>Piper nigrum L.</i>). UTEQ 2012.....	68
8: Análisis de varianza para el porcentaje de enraizamiento en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (<i>Piper nigrum L.</i>). UTEQ 2012.....	69

9. Promedios de los valores originales para las variables número de raíces, longitud de raíces, número de brotes, longitud de brotes, diámetro inicial, diámetro final, porcentaje de supervivencia y porcentaje de enraizamiento en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (<i>Piper nigrum</i> L.). UTEQ 2012.....	70
10. Promedios de los valores transformados a raíz de X+ 1 para las variables número de raíces (NR), longitud de raíces (LR), número de brotes (NB), longitud de brotes (LB), diámetro inicial (DI), diámetro final (DF), porcentaje de supervivencia (% S) y porcentaje de enraizamiento (% E) en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (<i>Piper nigrum</i> L.). UTEQ 2012.....	71

ÍNDICE DE FOTOS

1. Pesado de la hormona ANA.....	73
2. Pesado de la hormona AIB.....	73
3. Pesado del talco.....	73
4. Disolución de las hormonas con hidróxido de sodio.....	73
5. Mezclado de la hormona disuelta con el talco.....	74
6. Planta donadora de las ramillas de pimienta.....	74
7. Ramillas sumergidas en agua para evitar deshidratación.....	74
8. Llenado de fundas con el sustrato arena más tamo de arroz quemado, previamente desinfectado.....	75
9. Medición del diámetro inicial previo a la siembra.....	75
10. Colocación de hormonas a las ramillas previo a la siembra.....	76
11. Establecimiento del ensayo con los 5 tratamientos.....	76
12. Cobertura plástica de la cámara húmeda.....	76
13. Plantas de pimienta luego de 45 días de establecidas.....	76
14. Raíces en ramillas de pimienta.....	77
15. Raíces en ramillas de pimienta.....	77
16. Raíces y brotes en ramillas de pimienta enraizadas con hormonas ANA y AIB.....	77
17. Brotes en ramillas de pimienta.....	77
18. Ramillas de pimienta en sustrato tierra de monte luego de 53 días de establecido en sustrato arena.....	78

VII. RESUMEN

El trabajo se apoyó en determinar el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (*Piper nigrum L.*), entre ellas el ácido indol-butírico (AIB) y el ácido naftalen acético (ANA), en dosis de 1500 mg kg⁻¹ de AIB + 1500 mg kg⁻¹ de ANA, 2000 mg kg⁻¹ de AIB + 2000 mg kg⁻¹ de ANA, 2500 mg kg⁻¹ de AIB + 2500 mg kg⁻¹ de ANA , 3000 mg kg⁻¹ de AIB + 3000 mg kg⁻¹ de ANA y un testigo (sin hormona), combinados con el sustrato tierra y arena que constituyen los tratamientos en estudio.

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial cinco por dos con 10 tratamientos, cinco repeticiones y ocho observaciones por unidad experimental. A los 45 días se evaluó el porcentaje de supervivencia, porcentaje de enraizamiento, número de raíces, longitud de raíz mayor, número de brotes y longitud de brotes mayor, aplicando la Prueba de Tukey para determinar las diferencias significativas entre las medidas de los tratamientos.

Del análisis de interpretación de los resultados y evidencias experimentales se concluye que el tratamiento que logró el promedio más alto de número y longitud de raíces fue el T5 (2000 mg kg⁻¹ ANA + 2000 mg Kg⁻¹ AIB más tierra) con 5.32 y 6.52 respectivamente. El promedio del porcentaje de sobrevivencia estuvo entre 61,91 y 97 %. El porcentaje promedio más alto de enraizamiento fue el observado en el tratamiento T9 (3000 mg kg⁻¹ ANA + 3000 mg Kg⁻¹ AIB más tierra) con 74,43%. Los mejores tratamientos para número de brotes fue el T8 (2500 mg kg⁻¹ ANA + 2500 mg Kg⁻¹ AIB más arena) y para la longitud el T3 (1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg Kg⁻¹ AIB más tierra) con 0,54 y 1,47 respectivamente. El tratamiento que obtuvo la mejor rentabilidad fue el T2 (testigo en tierra) con 96.62 % de rentabilidad.

VIII. SUMMARY

The work was supported by determining the effect of different hormone levels in the induction of roots in cuttings of black pepper (*Piper nigrum* L.) among them Indole – butyric acid (IBA) and naphthalene acetic acid (NAA), at doses of 1500 mg kg⁻¹ of IBA + 1500 mg kg⁻¹ of ANA, 2000 mg kg⁻¹ of IBA + 2000 mg kg⁻¹ of ANA, 2500 mg kg⁻¹ of IBA + 2500 mg kg⁻¹ of ANA, 3000 mg kg⁻¹ AIB + 3000 mg kg⁻¹ of NAA and a control (no hormone), combined with the earth and sand substrate treatments are under study.

We performed a randomized complete factorial arrangement with five for two 10 treatments, five replications and eight observations per experimental unit. At 45 days were evaluated the survival rate, percentage of rooting, root number, root length greater number of shoots and greater shoot length, applying the Tukey test to determine significant differences between treatment measures.

Analysis of results and interpretation of experimental evidence we conclude that the treatment achieved the highest average number and length of roots was the T5 (2000 mg kg⁻¹ ANA + 2000 mg kg⁻¹ more land AIB) with 5.32 and 6.52 respectively. The average survival rate ranged between 61.91 and 97%. The highest average rooting was observed in treatment T9 (3000 mg kg⁻¹ ANA + 3000 mg kg⁻¹ more land AIB) with 74.43%. The best treatments for number of outbreaks was the T8 (2500 mg kg⁻¹ ANA + 2500 mg kg⁻¹ AIB more sand) and the length of the T3 (1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg kg⁻¹ more land AIB) with 0.54 and 1.47 respectively. The treatment was the best was the T2 return (ground control) with 96.62% return.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La pimienta (*Piper nigrum* L.) es una importante especie cuyo valor comercial mundial alcanzó en el año del 2011 los 1000 millones de dólares, es considerada como la reina de las especias debido a su gran demanda y a la importancia económica en la historia. Es originaria de la costa de Malabar, ubicada al sur de la India, se la introdujo como un nuevo cultivo en el Continente Americano, donde se han obtenido excelentes rendimientos en países como Brasil, Perú, México, Costa Rica, Honduras y Ecuador. En el año 2008 el principal productor de pimienta en el mundo, de acuerdo con la FAO, fue Vietnam al generar 98,300 toneladas, lo que representó 23.7% del total mundial. Según datos de la IPC (Índice de Precios al Consumidor), para 2009 Vietnam produjo 122 mil toneladas y para 2010 produjo 105 mil, lo que representó una disminución de su producción de 14% (Financiera rural, 2011)

Fue introducida al Ecuador a inicios de la década de los años 70 y se inicia como cultivo comercial en los 90 en la localidad de Santo Domingo (SICA, 2000). Actualmente, se lo viene desarrollando en algunas provincias, lugares en que las condiciones ecológicas de clima y suelo responden a las exigencias culturales de esta planta, donde se vienen obteniendo rendimientos promedios anuales que van de los 800 a 4500 kg/ha/año. Esta planta tiene no solo aplicaciones culinarias, también se utiliza en medicina para atender enfermedades del hígado, vejiga o matriz, se le atribuyen propiedades vaso–constrictoras y combate eficazmente las hemorragias de las varices o del varicocele, además cura las hemorroides (INFOAGRO s.f.)

Entre sus componentes figuran aceites esenciales Martins *et al.*, (1998), ericolina, materias nitrogenadas y otras sustancias. Además tiene

propiedades como antioxidante natural (Nakatani, 1992), también se le han atribuido propiedades beneficiosas frente al cáncer (Concon *et al.*, 1979).

La propagación por semillas tiene dificultades debido a la alta variabilidad de la descendencia, una plantación con tales características carecería de homogeneidad. Además que la producción es en mayor tiempo aproximadamente siete años Maistre, 1969 y Ichse *et al.*, 1974 citados por Jiménez, 2009.

La propagación de pimienta por semilla no es recomendable porque la futura plantación tendrá mucha variabilidad. El tipo de reproducción más recomendable para esta especie es por esquejes con tres a cuatro nudos, provenientes de los tallos verticales o bejuco principal, vigorosos y de plantas productivas, cuya edad no sea mayor de cinco años. La propagación vegetativa comprende desde procedimientos sencillos, conocidos de tiempos inmemoriales por los campesinos de todo el mundo, hasta procedimientos tecnológicamente muy avanzados (INFOAGRO s.f.)

La propagación clonal con el uso de polvos enraizantes tiene ventajas en cuanto al tiempo en que se propaga cada esqueje, ya que es más corto que el método tradicional, además no se necesitan grandes cantidades de individuos para tomar las yemas, puesto que se parte de plantas seleccionadas (Monteuuis 1995 y Ramos 2000).

La reproducción vegetativa se orienta a la reproducción con la misma información genética de las plantas seleccionadas por características tales como calidad superior, tolerancia a estrés biótico o abiótico alta productividad, por lo tanto juega un papel importante en la permanencia de las características de una generación a otra (Escobar, 2002).

En general la propagación masiva por medios vegetativos no es más económica que la propagación por semilla, pero su empleo se justifica por la superioridad y uniformidad de los clones específicos. La principal economía de la propagación vegetativa proviene de la eliminación de la fase juvenil y del acortamiento del tiempo necesario para llegar a la madurez reproductiva (Abedini *et al.*, 1985 ,1991).

La aplicación de auxinas en especies productivas, como la pimienta, es una práctica viable y decisiva para la formación de raíces, debido a que permite aumentar el número de estacas con raíces, adelantar la iniciación radical, incrementar el número y la calidad de las raíces y, proporcionar mayor uniformidad de enraizamiento.

En ese sentido, conociendo la importancia de la esta especie y la propagación por estacas, el presente trabajo plantea utilizar concentraciones de fitohormonas enraizantes con la finalidad de evaluar el incremento y eficiencia en el enraizamiento de estacas de pimienta negra.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

- Mejorar el sistema de propagación vegetativa de la pimienta negra a través del uso de fitohormonas enraizantes.

1.2.2 Específicos

- Evaluar el efecto de distintas concentraciones hormonales sobre el enraizamiento de estacas de pimienta negra.
- Determinar el mejor tratamiento para la propagación asexual de pimienta negra.
- Establecer los costos de producción de la propagación vegetativa de pimienta negra con hormonas enraizantes.

1.3. Hipótesis

El tratamiento 3000 mg kg^{-1} ANA + 3000 mg kg^{-1} AIB mas tierra influirá en la obtención de plantas enraizadas y vigorosas de pimienta negra.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ORIGEN DE LA PIMIENTA NEGRA

Esta especie es originaria de la India, que a través de los años se extendió a otros países asiáticos como Indonesia, Malasia y Camboya, además se la introdujo a otros continentes, específicamente a América y África (Maestre, 1969).

La pimienta fue introducida al Ecuador en la década del 70. Las primeras áreas fueron establecidas en las provincias de Manabí (El Carmen) y Santo Domingo de los Tsáchilas. Se conoce que fueron introducidos por esquejes desde Costa Rica por el Ing. Rosendo Pacheco en el año de 1978 y sembradas en la granja Ernesto Molestina, propiedad del ex Ministro de Agricultura y Ganadería en la localidad de Santo Domingo de los Colorados, pero no se ha encontrado ningún registro al respecto (Maestre, 1969).

2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PIMIENTA NEGRA

En el género *Piper* existen unas 600 especies, de las cuales aproximadamente 10 de ellas se usan para la alimentación humana, y en este grupo encontramos: *nigrum* y *clig* (Shurhoff, 1962), quien la clasifica de la siguiente manera:

1.2.1 Clasificación botánica

Reino:	Vegetal
División:	Embriofitas
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledónea
Sub clase:	Arquidamideas
Orden:	Piteares
Familia:	Piperaceae
Género:	Piper
Especie:	Nigrum

1.2.2 Morfología

Maestre (1969), describe la morfología de la Pimienta de la siguiente manera:

- **Raíz.** El sistema radicular está compuesto por un número de raíces principales que varían de tres a seis, con una red importante de raíces laterales y profundas que alcanzan desde 30 hasta 60 cm de profundidad.
- **Tallo.** La parte aérea comprende tres tipos de tallos. Los estolones que crecen a ras del suelo en la base de la planta. Los ortotrópicos que constituyen la armazón de la planta y los plagiotrópicos que son las ramas fructíferas.

- **Hoja.** Estas son alternas pecioladas y sencillas. El pecíolo mide de 2 a 3 cm de largo, está dilatado a nivel de su punto de inserción en una vaina que rodea al ramo y forma, dos estípulas laterales, el mismo es entero y mide de 10 a 15 cm. de largo y su ancho comprende entre 5 y 10 cm. dependiendo de la variedad, acuminado en el vértice, acorazonándose en la base. Se observa un diformismo foliar entre las hojas de los tallos ortotrópicos y plagiotrópicos, siendo la primera de forma y color más intenso.
- **Flores.** Las flores son colgantes o con espigas curvadas, de tallo corto de 15 a 20 cm de largo, con flores pequeñas, hermafroditas y/o unisexuales levemente olorosas.
- **Frutos.** Estos son bayas, monospermas esférica de 4 a 8 mm de diámetro, primeramente verde, luego amarilla y rojas en su madurez. La semilla encierra bajo sus tegumentos un endoderma harinoso, cuyo vértice está ocupado por el albumen reducido, rodeando a un pequeño embrión.

2.3 CLIMA Y SUELOS

La pimienta es un cultivo de la zona tropical húmeda y se adapta a altitudes inferiores a 1,000 msnm; los mejores resultados se obtienen en altitudes inferiores a 600 msnm. Requiere un clima caliente y húmedo, con precipitaciones anuales entre 1,500 a 2,500 mm, bien distribuida durante el año, ya que no soporta períodos prolongados de sequía. La temperatura anual media óptima varía entre 25 y 30 °C y la humedad entre 60-93%. Prefiere los suelos de origen aluvial, sueltos y con buen drenaje, por lo que los suelos arcillosos pesados e impermeables no son recomendados. Se

recomienda un pH de 5.5, a 6.5 con buen contenido de materia orgánica. Deben ser suelos de excelente fertilidad natural.

Se prefieren terrenos ligeramente inclinados que tengan drenaje natural. También se puede sembrar en terrenos planos pero bien drenados; en este último caso se debe sembrar en lomillos bien altos. En el caso de que se siembre en áreas con pendiente, los camellones se deben orientar según curvas de nivel, a fin de evitar la erosión del terreno (INFOAGRO s/f).

2.4 Métodos de Propagación

2.4.1 Reproducción y multiplicación

La reproducción es la formación de nuevos individuos con características típicas de las especies, la cual puede ser sexual y asexual (Hartman y Keester, 1985).

La reproducción sexual o por semillas se utiliza únicamente para fines de fitomejoramiento, porque su descendencia presenta un gran poliformismo, tiene una vida más corta (Maestre, 1969). Además las plantas de pimienta propagadas por semillas tardan mucho más en producir (Mei, 1956).

La reproducción asexual consiste en la obtención de nuevos individuos a partir de una célula o conjunto de estas, de la planta, y es posible porque en muchas los órganos vegetativos tienen capacidad de regeneración o totipotencia (Alvarado, 1982; Maestre, 1969 y Mei, 1956).

2.4.2 Multiplicación por semillas

Este procedimiento de multiplicación requiere de algunas técnicas para desarrollarlo con gran éxito. El primer paso que se debe seguir, es realizar una buena selección de plantas madres que presenten excelentes características. Se deben seleccionar semillas o bayas que hayan alcanzado su grado de madurez en su racimo, que presenten un color rojo intenso, las que se ponen o maceran en agua dos o tres días. Luego se les quita la pulpa en agua presionándola con los dedos suavemente y se deben secar bajo sombra.

Con un kilo de semilla bien seleccionada se pueden obtener aproximadamente 7,000 a 8,000 plantas. Hay que preparar los semilleros bajo sombra y sobre nivel, con abundante materia orgánica. Posteriormente se esparcen las semillas en el mismo y se la recubre con una capa de arena pura de río; en un metro cuadrado de semillero, se pueden obtener de 300 a 400 plantas. Una vez depositadas en el semillero, los riegos deben ser permanentes.

Las semillas comienzan a germinar a partir de la cuarta semana; es importante ir eliminando la sombra en el semillero, esta labor permite a las plantas adaptarse al medio donde se van a plantar. Posteriormente se la trasplanta a una funda donde deben permanecer por cuatro meses, cuando tengan de 6 a 8 hojas y su guía haya alcanzado una longitud de 20 cm. se las debe trasplantar al sitio definitivo. La reproducción por semillas presenta algunos inconvenientes como: Las plantas carecen de homogeneidad, empiezan a producir mucho mas tarde (7 años), algunas incluso son improductivas y ciertos investigadores manifiestan que este tipo de plantas tienen una vida más corta (Mero, 1994).

2.4.3 Multiplicación por acodo

Es una forma de multiplicación más fácil y rápida, además es uno de los métodos más utilizados en el Ecuador, pero presenta ciertos inconvenientes en sus pies como base desnuda y fructificación tardía (Maestre, 1969).

2.4.4 Multiplicación por injerto

Aunque se lo utiliza con poca frecuencia podría tener ventajas al utilizarse en fitomejoramiento. El injerto permitiría, por ejemplo, paliar los efectos de ciertas enfermedades de las raíces, a las cuales están sujetas algunas variedades muy buenas de pimienta, eligiendo, como porta injerto resistentes, formas escogidas ya sea entre especies salvajes robustas, o entre plantas salidas de semillas reputadas igualmente como recias (Maestre, 1969).

2.4.5 Multiplicación por esquejes

Es el procedimiento normal de preparación de la pimienta negra, cualquiera de las partes de la planta puede suministrar esquejes, pero es necesario saber hacer una buena selección para obtener buenos pies (Maestre, 1969).

2.4.6 Tutores o Soportes

Las plantas de pimienta por ser trepadoras necesitan un apoyo, soporte o tutor para su crecimiento; pueden ser tutores vivos o simples postes. Como tutores vivos se recomiendan los árboles de madero negro o el poro, que se pueden podar y no compiten demasiado con la planta de pimienta. Cuando se trasplanta la pimienta, estos tutores deben estar

"pegados", tener unos dos metros de altura sobre la superficie del suelo y un mínimo de dos pulgadas de grosor, por lo que se deben sembrar anticipadamente (tres o cuatro meses), a la misma distancia que se sembrarán las plantas (INFOAGRO s/f).

2.5 Multiplicación Vegetativa

La propagación vegetativa o asexual se utiliza para producir una planta que posea el mismo genotipo que la planta madre (planta donadora) y esto es posible porque todas las células de una planta poseen la información genética necesaria y/o suficiente para reproducir la planta entera (Hartman, 1992).

En la multiplicación por estacas solo es necesario que un nuevo sistema de raíces adventicias se desarrolle, ya que la estaca posee yemas con aptitud potencial para desarrollar nuevos vástagos (Hartman, 1992).

Las raíces adventicias son de dos tipos: raíces preformadas y raíces de herida (inducidas). Las raíces preformadas se forman naturalmente durante los primeros periodos de desarrollo del vástago, pudiendo emerger antes de la realización de estacas o permaneciendo en latencia hasta que se realicen las mismas y sean colocadas en condiciones ambientales favorables. Las raíces de herida desarrollan sólo después que la estaca es cortada, por efecto de la herida producida en la preparación de la misma. Estas raíces, son consideradas como formadas de nuevo (Davies y Hartman, 1988)

Cline y Nelly (1983) manifiestan que cuando se prepara una estaca, las células más cercanas a la superficie son lesionadas y expuestas, comenzando la respuesta de cicatrización de la herida. En el proceso de regeneración de raíces, ocurren los tres pasos siguientes:

- A medida que las células externas lesionadas se mueren, se forma una lámina necrótica que sella la herida con un material suberoso y se taponan el xilema con gomas. Esta lámina ayuda a proteger la superficie del corte de desecamientos y patógenos.

- Por detrás de la lámina, células vivas comienzan a dividirse después de algunos días y una capa de células parenquimatosas (callo), forma una peridermis.

- Ciertas células, en la vecindad del cambium vascular y floema, comienzan a dividirse e inician la formación de raíces adventicias.

2.5.1 Bases fisiológicas de la iniciación de raíces adventicias

Varias clases de reguladores de crecimiento, tales como auxinas, citoquininas, giberelinas y etileno; e, inhibidores, como el ácido abscísico y fenólico, influyen sobre la iniciación de raíces. De ellas, la auxina es la que tiene el mayor efecto sobre la formación de raíces en estacas (Hartman, 1992).

2.5.2 Efecto de las hojas sobre el enraizamiento

Es ampliamente conocido que la presencia de las hojas en la estaca, ejerce una fuerte influencia, estimulando la iniciación de raíces. La traslocación de carbohidratos desde las hojas sin duda contribuye, a la formación de raíces, sin embargo, la mayor promoción del enraizamiento por efecto de las hojas y yemas, es posiblemente resultado de otros factores más directos (Breen y Muraoka, 1974). Hojas y yemas, son conocidas como poderosos centros productores de auxinas, y los efectos son observados directamente por debajo de ellos, demostrando el transporte polar, desde el ápice a la base. Estacas de ciertas especies son fácilmente enraizadas, mientras que estacas de otras enraízan con mayor dificultad (Hartman, 1992).

2.5.3 Fotosíntesis de las estacas

La fotosíntesis en las estacas no es un requerimiento absoluto para la formación de raíces. Esto puede ser observado en estacas con muchas hojas, que se llevan a un sitio oscuro y con estacas deshojadas (nofotosíntetizantes), que enraízan (Davis y Potter, 1982). Pero puede generalizarse que, la fotosíntesis en estacas, es probablemente más importante después

de la iniciación de raíces y ayudaría en el desarrollo y crecimiento más rápido de las raíces (Davis, 1989).

2.6 Factores que afectan la multiplicación por estacas

2.6.1 Diferencias entre plantas individuales procedentes de semilla

Al enraizar estacas tomadas de plantas individuales de una especie, que de ordinario se propaga por semillas, la experiencia ha demostrado que pueden existir amplias diferencias entre estacas tomadas de ellas (efectos y/o variabilidad del genotipo) (Hartman, 1992).

2.6.2 Diferencias entre las zonas apicales y basales de la rama

Hartman (1992) manifiesta que en la composición química de las ramas hay marcadas diferencias de la base a la punta. En las estacas tomadas de distintas partes de las ramas en ocasiones se observa variabilidad en la producción de raíces y en muchos casos el mayor porcentaje de enraizamiento se obtiene en estacas procedentes de la porción basal de la rama.

Puede ocurrir que en tallos de un año o más de edad, los carbohidratos se hayan acumulado en la base de las ramas y tal vez se han formado algunas raíces iniciales, posiblemente bajo la influencia de sustancias promotoras de raíces procedentes de yemas y de hojas; y por lo tanto, el mejor material para estacas puede provenir de la porción basal de esas ramas, pero, el mejor enraizamiento de las estacas apicales podría explicarse por la posibilidad de que en el ápice se encuentre una mayor concentración de sustancias endógenas promotoras del enraizamiento ya que las mismas se originan en las secciones apicales (yemas apicales). También, las estacas apicales son más jóvenes y en consecuencia, hay más células capaces de volverse meristemáticas. En las especies que enraízan fácilmente, este factor es de poca importancia, cualquiera sea la posición de la estaca en la rama (Hartman, 1992)

2.6.3 Estado reproductivo o vegetativo

En la mayoría de las plantas se pueden hacer estacas de ramas en condición vegetativa o en condición reproductiva. Nuevamente, en especies que enraízan fácilmente no existen grandes diferencias entre distintos estados fenológicos en que se encuentre la planta, pero en especies que enraízan con dificultad, éste puede ser un factor de importancia. Por ejemplo, en dalia, las estacas que portan yemas florales tienen mayor dificultad para enraizar que las estacas que tienen solamente yemas foliares (Biran y Halevy, 1973).

2.7 Sustratos para el enraizamiento

Según Richards (1964) hay diversos medios y mezclas de éstos que se usan con el fin de hacer enraizar estacas. Para obtener buenos resultados se requieren las siguientes características:

- El medio debe ser lo suficientemente firme y denso para mantener las estacas en su sitio durante el enraizamiento; su volumen no debe variar mucho, ya sea seco o mojado; resulta perjudicial que tenga un encogimiento excesivo al secarse.
- Debe retener la suficiente humedad para que no sea necesario regarlo con mucha frecuencia.
- Debe ser lo suficientemente poroso, de modo que se escurra el exceso de agua y permita una aireación adecuada.
- Debe estar libre de malezas, nemátodos y otros patógenos.
- No debe tener un nivel excesivo de salinidad.
- Debe poderse esterilizar con vapor o químicos sin que sufra efectos nocivos.

- Debe existir una adecuada provisión de nutrientes para todo el período, aunque suplementaciones con fertilizantes de lenta liberación son frecuentemente recomendados.

Un medio ideal de propagación, debe estar provisto de suficiente porosidad para permitir una buena aireación y una alta capacidad de retención de agua, debe tener un buen drenaje y estar libre de patógenos (Hartman, 1992).

2.7.1 Arena

La arena está formada por pequeños granos de piedra, de alrededor de 0.05 a 2 mm de diámetro, dependiendo su composición mineral de la que tenga la roca madre. En propagación, generalmente, se emplea arena de cuarzo. De preferencia se debe fumigar o tratar con calor antes de usarla para esterilizarla. Virtualmente no contiene nutrientes minerales y no tiene capacidad amortiguadora (Buffer) o capacidad de intercambio catiónico. Casi siempre se usa en combinación con algún material orgánico (Hartman, 1992).

2.7.2 Turba

La turba se forma con restos de vegetación acuática, de marismas, ciénagas o pantanos, que se ha preservado bajo el agua en un estado de descomposición parcial. La turba de pantanos está formada por restos de pastos, juncos y otras plantas de pantanos. Este tipo de turba es variable en su composición y color. Su pH varía alrededor de 4 a 7.5 y su capacidad de retención de humedad es de 10 veces su peso seco (Hartman, 1992).

2.7.3 Humus de lombriz

El humus de lombriz con forma de restos vegetales, restos animales (no deben utilizarse crudos) y restos domiciliarios orgánicos, que acumulados forman un compost, y con el agregado de lombrices que digieren la materia orgánica, resulta en un producto final, llamado vermicompuesto, semejante al humus, atóxico para los vegetales y excelente mejorador de suelos.

Algunas características del humus de lombriz modifican las propiedades físico - químicas y microbiológicas del suelo: a)- le comunica al suelo mayor porosidad y aireación, mejorando también la infiltración y favoreciendo el desarrollo radical; b) se liberan gradualmente los nutrientes que las plantas necesitan, pues al mantener el pH dentro de un rango cercano a la neutralidad (6-7) (con gran poder buffer) , les permite una mayor solubilidad.

La cantidad de los micro elementos: Cu, Mn, Mo y Zn, es elevado; c) contiene los mismos microorganismos benéficos que tiene el suelo, pero en mayor cantidad, destacándose los que transforman la celulosa y los que intervienen en la asimilación de nitrógeno y fósforo; d) aumento de la velocidad de emergencia de las plántulas; e)- permite una larga permanencia de ciertos hongos benéficos del suelo. Estos microorganismos que suelen ser efectivos para controlar hongos dañinos del suelo, suelen tener en él poca durabilidad. El humus de lombriz les permite un buen desarrollo tornándolo efectivo en la lucha, por ejemplo contra dampig off (Mirabelli, 1995).

2.7.4 Mezclas de suelo para cultivo en maceta.

Los sistemas de propagación, las estacas enraizadas algunas veces se plantan directamente en el campo, pero por lo general, esto no es satisfactorio para la sobrevivencia de las mismas, por ello con frecuencia

se les inicia en una mezcla de suelo en diversos recipientes (Hartman, 1992)

Para lograr mezclas de suelo más uniformes y de mejor textura para macetas, a veces se añade arena a la tierra y algo de materia orgánica, en forma de turba, viruta de madera o corteza desmenuzada. También se usan otras mezclas, sin el agregado de tierra, para la propagación y cultivo de plantas. Pueden citarse mezclas de turba y perlita o turba y arena, pero al ser pobres en nutrientes, necesitan el agregado de fertilizantes. El humus de lombriz puede utilizarse satisfactoriamente por todas las buenas características que presenta (Hartman, 1992)

2.8 Hormonas de enraizamiento

2.8.1 Auxinas.- La hormona juega un papel importante en el fenómeno de división celular, acción sobre la mitosis, elongación celular, diferenciación celular, dominancia apical y tropismo entre las más importantes (Beauliev, 1973).

Entre las auxinas más utilizadas tenemos:

- a. Ácido indol-acético AIA
- b. Ácido indol-butírico AIB
- c. Ácido naftalén-acético ANA

El ácido naftalén-acético, es muy activo por lo que su empleo es delicado, ya que el margen entre su umbral y su actividad de toxicidad es muy pequeño. La absorción y redistribución de esta auxina en los tejidos de las estacas depende del poder natural de enraizamiento de cada especie (Hernández *et al.*, 1988). El ácido naftalén-acético debe emplearse en soluciones dos veces menos concentrado que el ácido

indol-acético. La función principal del ácido indol acético es la formación de raíces, cuando se utiliza en concentraciones de 2 mg/l provocando la aparición de las mismas a los 20 días aproximadamente (Heede y Lecourt, 1981).

El nombre auxina significa en griego “crecer” y es dado a un grupo de compuestos que estimulan la elongación de las células. El ácido indol acético (AIA) es la forma natural predominante, actualmente se sabe que también son naturales el AIB, ANA, AIP ácido indolpropiónico. La propagación vegetativa en contraste a la propagación por semilla permite la captura y transferencia a la descendencia de material genético integral de plantas donantes y es posible realizarla en periodos cortos y sin estar sujetos a factores ambientales (Marassi, 2005).

Desde que se descubrió el AIA (Ácido Indol Acético), se ha encontrado esta auxina en muchísimas especies vegetales, y se piensa que es la principal en las plantas superiores, aunque existen otras sustancias que también se encuentran ampliamente distribuidas por toda la planta. Las auxinas también pueden ejercer una cierta actividad sobre la división celular; por ejemplo, si se aplica AIA en la base de varetas de árboles caducifolios, se provocará, pasado algunos días, una hinchazón de color blanco amarillento en la zona de aplicación de la auxina. Esta hinchazón es debida al desarrollo de callo, producida por la rápida división de las células del parénquima (Delvin, 1980).

La aplicación de sustancias promotoras de crecimiento en el extremo de la estaca para estimular la formación de raíces, se ha convertido en procedimiento corriente en prácticamente todas las técnicas de enraizamiento. La sustancia más efectiva es una mezcla en proporciones iguales de Ácido Indol Butírico y el Ácido Naftalén-acético (Hardy, 1961).

Las preparaciones de talco porque son más fáciles de manejar en los trabajos de campo y no necesitan de precauciones contra la pérdida por evaporación (Alvim *et al.*, 1954).

Es bien conocido desde los trabajos clásicos de Skoog y Miller, (1958), que la iniciación de las raíces adventicias depende de una correlación entre auxinas y citoquininas, siendo los niveles más altos para las auxinas.

El rol de las auxinas en la iniciación y crecimiento de la raíces es bien conocido, recomendándose su uso en el enraizamiento de algunas especies excepto en aquellas donde no es necesario su empleo. Además la relación citoquinina debería ser mayor a uno para un buen crecimiento de los brotes; mientras que, cuando esta relación es menor a uno, se produce la diferenciación de raíces (Vásquez y Torres, 1981).

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

La presente investigación se realizó en el invernadero del Programa de Plantas Ornamentales y Medicinales de la finca “La María” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en Km 7½ vía Quevedo-El Empalme, desvío al cantón Mocache, bajo las coordenadas geográficas 79° 27´ de longitud oeste y 01° 06´ de latitud sur.

3.1.1 Condiciones Agroclimáticas

CUADRO 1: CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA FINCA “LA MARÍA”

Parámetro	Promedio
Clima de la zona	Tropical húmedo
Temperatura	25 0C
Precipitación	2286.6mm
Humedad relativa	84%
Heliofonía horas-luz-año	894.0
Altura	120msnm

Fuente: Estación meteorológica INHAMI Estación Tropical Pichilingue (2008)

3.2. Materiales

3.2.1 Material de invernadero

- Tijeras podadoras
- Baldes
- Machetes
- Zarán 75%
- Bandejas
- Calibrador
- Plástico de polietileno
- Cañas
- Alambre

3.2.2 Material experimental

- Estacas de pimienta negra

3.2.3 Reactivos

- Ácido Indol butírico (AIB)
- Ácido Naftalen acético (ANA)
- Alcohol al 70%
- Hidróxido de sodio
- Talco

- Fungicidas Vitavax (carboxin 200g Kg⁻¹mas captan200g Kg⁻¹)
- Insecticidas

3.2.4 Sustrato

- Arena mas tamo de arroz quemado
- Tierra más tamo de arroz quemado

3.2.5. Otros

- Computadora
- Calculadora
- Papelería

3.3 Factores en estudio

Factor A

- A 1 0 mg Kg⁻¹
- A 2 1500mg Kg⁻¹ (ANA) + 1500mg Kg⁻¹ (AIB)
- A 3 2000mg Kg⁻¹ (ANA) + 2000mg Kg⁻¹ (AIB)
- A 4 2500mg Kg⁻¹ (ANA) + 2500mg Kg⁻¹ (AIB)
- A 5 3000mg Kg⁻¹ (ANA) + 3000mg Kg⁻¹ (AIB)

Factor B

- B1 Tierra más tamo de arroz quemado

- B2 Arena más tamo de arroz quemado

E: Diseño Experimental

Los Datos se sometieron a un análisis estadístico ANDEVA y separación de medias al 95% de probabilidad. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial cinco por dos con 10 tratamientos, cinco repeticiones y ocho observaciones por unidad experimental. Para establecer diferencias estadísticas entre tratamientos se efectuó la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey ($P \geq 0,05$). Los datos con valores cero fueron transformados con la siguiente fórmula: $\sqrt{x + 0,5}$

ANÁLISIS DE VARIANZA

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	
Factor A	$a - 1$	4
Factor B	$b - 1$	1
A B	$(a - 1) (b - 1)$	4
Error	$(ab) (r - 1)$	40
Total	$rt - 1$	49

- **Combinaciones de los Tratamientos**

CUADRO 2. COMBINACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

Nº Tratamientos	Descripción
A1B1	0 mg kg ⁻¹ más tierra
A1B2	0 mg kg ⁻¹ más arena
A2B1	1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra
A2B2	1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB mas arena
A3B1	2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra
A3B2	2000 mgkg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB mas arena
A4B1	2500 mgkg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra
A4B2	2500 mgkg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB mas arena
A5B1	3000 mgkg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra
A5B2	3000 mgkg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB mas arena

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Número de raíces: Se evaluó a los 45 días, contando el número total de raíces.

3.4.2 Longitud de raíz mayor: Esta variable se midió a los 45 días de establecido el ensayo con un escalímetro graduado en milímetros.

3.4.3 Número de brotes: Esta variable se tomó a los 45 días de establecido el ensayo. Estos parámetros se evaluó contando cada uno de los brotes.

3.4.4 Longitud mayor de brote: Esta variable se evaluó a los 45 días de establecido el ensayo con un escalímetro graduada en milímetros.

3.4.5 Porcentaje de sobrevivencia: Se evaluó al final del ensayo contando el número total de plantas vivas.

3.4.6 Porcentaje de enraizamiento: Se evaluó al final del ensayo contando el número total de plantas enraizadas.

3.5 Manejo del Experimento

3.5.1 Preparación de los polvos enraizantes

Para preparar los polvos enraizantes se procedió a pesar 10 g. de talco y las diferentes concentraciones de ANA y AIB, una vez pesado el contenido de las hormonas fueron diluidas con alcohol al 75% en un vaso de precipitación con la ayuda de una espátula, posteriormente se procedió a mezclar la hormona con talco en un plato de aluminio, mezclamos bien hasta lograr una masa añadiendo pequeñas cantidades de alcohol según fue necesario, una vez mezclado se la extendió en un recipiente plano a temperatura ambiente por 24 horas. Finalmente se almacenó el polvo enraizante en recipientes plásticos rotulados según la concentración hormonal.

3.5.2 Construcción de umbráculo y cámara húmeda

Para reducir la intensidad luminosa y poder controlar la temperatura se construyó una cámara húmeda de 2,5 x 2.5 m, con una estructura de caña y plástico de polietileno, sobre este a 1 metro de altura una estructura de caña y sarán que permitieron pasar el 70% de luz.

3.5.3 Preparación del sustrato

Las fundas se llenaron con los sustratos tierra y arena. En la parte superior se realizó un agujero en donde se colocó 2 cm de tamo de arroz quemado, aproximadamente.

3.5.4 Desinfección del sustrato

Los sustratos utilizados fueron desinfectados con vitavax a 0,1%.

3.5.5 Recolección del material vegetal

La recolección del material experimental se realizó en la finca “La Represa” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, las mismas que fueron mantenidas en condiciones de humedad hasta llegar al invernadero de la finca “La María”. Las ramillas seleccionadas presentaron yemas en crecimiento activo las mismas que tenían una longitud de 15 cm, las que a su vez se seccionaron de la parte basal ortotrófica de las plantas donadoras, con edades de 45 a 60 días

3.5.6 Desinfección de las estacas

Las estacas se sumergieron en una solución del fungicida Vitavax al 0.1% durante 15 minutos, antes de la siembra.

3.5.7 Siembra de las estacas

Se colocó en la parte basal de las estacas el polvo enraizante y luego se procedió a sembrarlas en forma vertical en el túnel de polietileno

3.5.8 Riego

Se lo realizó en la parte externa del túnel de polietileno cuando fue necesario.

3.5.9 Aclimatación

Al terminar el proceso de enraizamiento en la cámara de polietileno que duró 45 días se procedió a la aclimatación, que consistió en destapar el propagador una hora progresiva cada día; es decir se alzó el plástico de polietileno y se procedió también a dar riego y a eliminar las hojas muertas, este proceso duró 8 días. (Cuadro 3).

CUADRO 3. TIEMPO DE ACLIMATACIÓN DE ESQUEJES DE PIMIENTA EXPUESTAS AL SOL

Día	Horas de adaptación
46	1
47	2
48	3
49	4
50	5
51	6
52	7
53	8

3.6 Trasplante de las estacas enraizadas

Una vez que las estacas estuvieron enraizadas se procedió a colocarlas en fundas plásticas con sustrato de arena más tierra de bosque, los mismos que se mantuvieron en condiciones de semi invernadero por 20 días.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS

1.1 Efecto simple del enraizamiento en la variable número de raíces en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (*PIPER nigrum L.*) 2012.

1.1.1 Hormona

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, sobre el enraizamiento de ramillas, para la variable número de raíces, se observó diferencias altamente significativas entre las concentraciones de este factor, siendo el mejor efecto en la concentración 3000 mg kg⁻¹ ANA +3000 mg kg⁻¹AIB y 2000 mg kg⁻¹ ANA +2000 mg kg⁻¹AIB con 3,34 y 2,82 respectivamente (cuadro 4).

4.1.2 Sustratos

Para el efecto simple del sustrato sobre el enraizamiento de ramillas de pimienta negra, se observaron diferencias altamente significativas, siendo el sustrato tierra el que obtuvo el promedio más alto con 3.82 raíces (Cuadro 4).

CUADRO 4. PROMEDIOS DEL EFECTO SIMPLE DE LOS FACTORES, HORMONAS (ANA Y AIB) Y SUSTRATOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum* L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.

Efecto simple de los tratamientos		Número de raíces
A1	testigo	1.15 b
A2	1500 mgkg ⁻¹ ANA +1500 mg kg ⁻¹ AIB	2.49 ab
A3	2000 mgkg ⁻¹ ANA +2000 mg kg ⁻¹ AIB	2.82 a
A4	2500 mgkg ⁻¹ ANA +2500 mg kg ⁻¹ AIB	2.32 ab
A5	3000 mgkg ⁻¹ ANA +3000 mg kg ⁻¹ AIB	3.34 a
B1.	Tierra	3.82 a
B2.	Arena	1.22b
CV.	%	21.74

*Promedio con letras iguales no presenta diferencias estadísticas según Tukey al 0.05% de probabilidad.

4.1.3 Interacción de los factores hormona ANA y AIB por sustratos

En la interacción de los dos factores, hormona ANA y AIB por sustratos se mostraron diferencias altamente significativas a los 45 días de establecido el ensayo. Se observó que el tratamiento que influyó mayormente en el número de raíces fue el tratamiento 9 (3000 mg kg⁻¹ ANA + 3000 mg kg⁻¹AIB mas tierra) con 5.29, seguido del tratamiento 5 (2000 mg kg⁻¹ ANA + 2000 mg kg⁻¹AIB mas tierra) con 5.32 y el tratamiento 3 (1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg kg⁻¹AIB mas tierra) con 4,47 número de raíces. El promedio más bajo se observó en el testigo más tierra. El coeficiente de variación fue de 21,74% (Cuadro 5)

CUADRO 5. PROMEDIOS DE LA INTERACCIÓN HORMONAS (ANA Y AIB) POR SUSTRATOS (TIERRA Y ARENA) EN LA VARIABLE NÚMERO DE RAÍCES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum* L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.

	Tratamientos	Número de raíces
1	Testigo más tierra	0.97 c
2	Testigo más arena	1.34 c
3	1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg Kg ⁻¹ AIB mas tierra	4.47 a
4	1500 mg Kg ⁻¹ ANA + 1500 mg Kg ⁻¹ AIB mas arena	1.01 c
5	2000 mg Kg ⁻¹ ANA + 2000 mg Kg ⁻¹ AIB mas tierra	5.32 a
6	2000 mg Kg ⁻¹ ANA + 2000 mg Kg ⁻¹ AIB mas arena	1.01 c
7	2500 mg Kg ⁻¹ ANA + 2500 mg Kg ⁻¹ AIB mas tierra	4.06 ab
8	2500 mg Kg ⁻¹ ANA + 2500 mg Kg ⁻¹ AIB mas arena	1.00 c
9	3000 mg Kg ⁻¹ ANA + 3000 mg Kg ⁻¹ AIB mas tierra	5.29 a
10	3000 mg Kg ⁻¹ ANA + 3000 mg Kg ⁻¹ AIB mas arena	1.79 bc
	CV. %	21.74

4.2 Efecto simple del enraizamiento en la variable longitud de raíces en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (*Piper nigrum* L.) 2012.

4.2.1 Hormona

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, sobre el enraizamiento de ramillas, para la variable longitud de raíces, se observó diferencias significativas entre las concentraciones de este factor, siendo el mejor efecto

en la concentración 1500 mg kg⁻¹ ANA +1500 mg kg⁻¹AIB con 4,25 cm de longitud (Cuadro 6).

4.2.2 Sustratos

Para el efecto simple del sustrato sobre el enraizamiento de ramillas de pimienta negra, se observaron diferencias altamente significativas, siendo el sustrato tierra el que obtuvo el promedio más alto con 4,30 cm de longitud (Cuadro 6).

CUADRO 6. PROMEDIOS DEL EFECTO SIMPLE DE LOS FACTORES, HORMONAS (ANA Y AIB) Y SUSTRATOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE RAÍCES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum* L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.

Efecto simple de los tratamientos	Longitud de raíces
A1 testigo	1,82 b
A2 1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB	4,25 a
A3 2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB	3,56 ab
A4 2500 mg kg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB	2,79 ab
A5 3000 mg kg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB	3,22ab
B1 Tierra	4,30 a
B2 Arena	2,04 b
CV. %	24.02

***Promedio con letras iguales no presenta diferencias estadísticas según Tukey al 0,05% de probabilidad.**

4.2.3 Interacción de los factores hormona ANA y AIB por sustratos

En la interacción de los dos factores, hormona ANA y AIB por sustratos se mostraron diferencias altamente significativas a los 45 días de establecido el ensayo. Se observó que el tratamiento que influyó mayormente en la longitud de raíces fue Tratamiento 5 (2000 mg kg⁻¹ ANA + 2000 mg kg⁻¹AIB mas tierra) con 6,56 cm de longitud de raíces. El promedio más bajo se observó en el testigo más tierra. El coeficiente de variación fue de 24,01% (Cuadro 7).

CUADRO 7. PROMEDIOS DE LA INTERACCIÓN HORMONAS (ANA Y AIB) POR SUSTRATOS (TIERRA Y ARENA) EN LA VARIABLE LONGITUD DE RAICES EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum* L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.

	Tratamientos	Longitud de raíces
1	Testigo más tierra	1.14 d
2	Testigo más arena	2.61bcd
3	1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg Kg ⁻¹ AIB mas tierra	5.61 ab
4	1500 mg Kg ⁻¹ ANA + 1500 mg Kg ⁻¹ AIB mas arena	3.06 bcd
5	2000 mg Kg ⁻¹ ANA + 2000 mg Kg ⁻¹ AIB mas tierra	6.56 a
6	2000 mg Kg ⁻¹ ANA + 2000 mg Kg ⁻¹ AIB mas arena	1.38 d
7	2500 mg Kg ⁻¹ ANA + 2500 mg Kg ⁻¹ AIB mas tierra	4.26 abc
8	2500 mg Kg ⁻¹ ANA + 2500 mg Kg ⁻¹ AIB mas arena	1.59cd
9	3000 mg Kg ⁻¹ ANA + 3000 mg Kg ⁻¹ AIB mas tierra	5.04 ab
10	3000 mg Kg ⁻¹ ANA + 3000 mg Kg ⁻¹ AIB mas arena	1.80cd
	CV. %	24.01

4.3 Efecto simple del enraizamiento en la variable número de brotes en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (*Piper nigrum L.*) 2012.

4.3.1 Hormona

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, sobre el enraizamiento de ramillas, para la variable número de brotes, no se observó diferencias significativas entre las concentraciones de este factor (Cuadro 8).

4.3.2 Sustratos

Para el efecto simple del sustrato sobre el enraizamiento de ramillas de pimienta negra, se observaron diferencias altamente significativas, siendo el sustrato arena el que obtuvo el promedio más alto con 0,39 número de brotes (Cuadro 8).

CUADRO 8. PROMEDIOS DEL EFECTO SIMPLE DE LOS FACTORES, HORMONAS (ANA Y AIB) Y SUSTRATOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE BROTES EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum* L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.

Efecto simple de los tratamientos	Número de brotes
A1 testigo	0,28 a
A2 1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB	0,24 a
A3 2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB	0,27 a
A4 2500 mg kg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB	0,27 a
A5 3000 mg kg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB	0,27 a
B1 Tierra	0,16 b
B2 Arena	0,39 a
CV. %	8,17

***Promedio con letras iguales no presenta diferencias estadísticas según Tukey al 0,05% de probabilidad.**

4.3.3 .Interacción de los factores hormona ANA y AIB por sustratos

En la interacción de los dos factores, hormona ANA y AIB por sustratos se mostraron diferencias altamente significativas a los 45 días de establecido el ensayo. Se observó que el promedio más alto en cuanto al número de brotes se obtuvo con el tratamiento 8 (2500 mg kg⁻¹ ANA + 2500 mg kg⁻¹AIB mas arena) con 0,54 promedio de brotes. El promedio más bajo se observó en el

tratamiento 7 (2500 mg kg⁻¹ ANA + 2500 mg kg⁻¹AIB mas tierra), con un coeficiente de variación de 8,17% (Cuadro 9).

CUADRO 9. PROMEDIOS DE LA INTERACCIÓN HORMONAS (ANA Y AIB) POR SUSTRATOS (TIERRA Y ARENA) EN LA VARIABLE NÚMERO DE BROTES EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum* L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.

	Tratamientos	Número de brotes
1	Testigo más tierra	0,10 de
2	Testigo más arena	0,50 ab
3	1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	0,22cde
4	1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	0,27 cd
5	2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	0,17cde
6	2000 mgkg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	0,37abc
7	2500 mgkg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	0,05 e
8	2500 mgkg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	0,54 a
9	3000 mgkg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	0,25 cd
10	3000 mg kg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	0,29bcd
	CV. %	8,17

***Promedio con letras iguales no presenta diferencias estadísticas según Tukey al 0,05% de probabilidad.**

4.4 Efecto simple del enraizamiento en la variable longitud de brotes en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (*Piper nigrum* L.). 2012.

4.4.1 Hormona

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, sobre el enraizamiento de ramillas, para la variable longitud de brotes, no se observó diferencias significativas entre las concentraciones de este factor (Cuadro 10).

4.4.2 Sustratos

Para el efecto simple del sustrato sobre el enraizamiento de ramillas de pimienta negra, se observaron diferencias altamente significativas, siendo el sustrato arena el que obtuvo el promedio más alto con 1.01 longitud de brotes (Cuadro 10).

CUADRO 10. PROMEDIOS DEL EFECTO SIMPLE DE LOS FACTORES, HORMONAS (ANA Y AIB) Y SUSTRATOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE BROTES EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum* L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.

Efecto simple de los tratamientos	Longitud de brotes
A1 testigo	0,70 a
A2 1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB	0,66 a
A3 2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB	0,62 a
A4 2500 mg kg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB	0,60 a
A5 3000 mg kg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB	0,73 a
B1 Tierra	0,36 b
B2 Arena	1,01 a
CV. %	18.95

*Promedio con letras iguales no presenta diferencias estadísticas según Tukey al 0,05% de probabilidad.

4.4.3 Interacción de los factores hormona ANA y AIB por sustratos

En la interacción de los dos factores, hormona ANA y AIB por sustratos se mostraron diferencias altamente significativas a los 45 días de establecido el ensayo. Se observó que el promedio más alto en cuanto a la longitud de brotes fue el Tratamiento 2(testigo más arena) con 1.47 cm longitud promedio de brotes. El promedio más bajo se observó en el tratamiento 7 (2500 mg kg⁻¹ ANA + 2500 mg kg⁻¹AIB mas tierra). El coeficiente de variación fue de 8,17% (Cuadro 11).

CUADRO 11. PROMEDIOS DE LA INTERACCIÓN HORMONAS (ANA Y AIB) POR SUSTRATOS (TIERRA Y ARENA) EN LA VARIABLE LONGITUD DE BROTES EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum* L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.

	Tratamientos	Longitud de brotes
1	Testigo más tierra	0,12 e
2	Testigo más arena	1,47 a
3	1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	0,41cbe
4	1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	0,93 abc
5	2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	0,46 bcde
6	2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	0,80 abcd
7	2500 mg kg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	0,13 de
8	2500 mg kg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	1,20 ab
9	3000 mg kg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	0,74 abcde
10	3000 mg kg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	0,72 abcde
	CV. %	18.95

4.5 Efecto simple del enraizamiento en la variable porcentaje de sobrevivencia en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (*Piper nigrum* L.).

4.5.1 Hormona

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, sobre el enraizamiento de ramillas, para la variable porcentaje de sobrevivencia, no se observó diferencias significativas entre las concentraciones de este factor (Cuadro 12).

4.5.2 Sustratos

Para el efecto simple del sustrato sobre el enraizamiento de ramillas de pimienta negra, se observaron diferencias altamente significativas, siendo el sustrato tierra el que obtuvo el promedio más alto con 90.89% de sobrevivencia (Cuadro12).

CUADRO 12. PROMEDIOS DEL EFECTO SIMPLE DE LOS FACTORES, HORMONAS (ANA Y AIB) Y SUSTRATOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum* L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.

Efecto simple de los tratamientos	Sobrevivencia (%)
A1 testigo	86.34 a
A2 1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB	85.66 a
A3 2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB	84.97 a
A4 2500 mg kg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB	78.48 a
A5 3000 mg kg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB	81.64 a
B1 Tierra	76.05 b
B2 Arena	91.07 a
CV. %	8.82

***Promedio con letras iguales no presenta diferencias estadísticas según Tukey al 0,05% de probabilidad.**

4.5.3 Interacción de los factores hormona ANA y AIB por sustratos

En la interacción de los dos factores, hormona ANA y AIB por sustratos no mostraron diferencias e significativas a los 45 días de establecido el ensayo. El coeficiente de variación fue de 8,82% (Cuadro 13).

CUADRO 13. PROMEDIOS DE LA INTERACCIÓN HORMONAS (ANA Y AIB) POR SUSTRATOS (TIERRA Y ARENA) EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA ((*Piper nigrum* L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.

	Tratamientos	Sobrevivencia (%)
1	Testigo más tierra	76.73 a
2	Testigo más arena	96.52 a
3	1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	79.42 a
4	1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	92.12 a
5	2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	78.82 a
6	2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	91.33 a
7	2500 mg kg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	61.91 a
8	2500 mg kg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	97.00 a
9	3000 mg kg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	84.32 a
10	3000 mg kg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	79.00 a

4.6 Efecto simple del enraizamiento en la variable porcentaje de enraizamiento en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (*Piper nigrum* L.) 2012.

4.6.1 Hormona

Para el efecto simple de la hormona ANA y AIB, sobre el enraizamiento de ramillas, para la variable porcentaje de enraizamiento, no se observó diferencias significativas entre las concentraciones de este factor (Cuadro 14).

4.6.2 Sustratos

Para el efecto simple del sustrato sobre el enraizamiento de ramillas de pimienta negra, se observaron diferencias altamente significativas, siendo el sustrato arena el que obtuvo el promedio más alto con 51.66 % de sobrevivencia (Cuadro 14).

CUADRO 14. PROMEDIOS DEL EFECTO SIMPLE DE LOS FACTORES, HORMONAS (ANA Y AIB) Y SUSTRATOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum* L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.

Efecto simple de los tratamientos	Enraizamiento (%)
A1 testigo	36.33 a
A2 1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB	58.55 a
A3 2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB	26.33 a
A4 2500 mg kg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB	38.55 a
A5 3000 mg kg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB	41.18 a
B1 Tierra	30.79 b
B2 Arena	40.88 a
CV. %	22.98

***Promedio con letras iguales no presenta diferencias estadísticas según Tukey al 0,05% de probabilidad.**

4.6.3 Interacción de los factores hormona ANA y AIB por sustratos

En la interacción de los dos factores, hormona ANA y AIB por sustratos se observaron diferencias altamente significativas a los 45 días de establecido el ensayo el promedio más alto fue para el tratamiento 10 (3000 mg kg⁻¹

ANA + 3000 mg kg⁻¹AIB mas tierra con 74,43%. El coeficiente de variación fue de 8,82% (Cuadro 15).

CUADRO 15. PROMEDIOS DE LA INTERACCIÓN HORMONAS (ANA Y AIB) POR SUSTRATOS (TIERRA Y ARENA) EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum* L.) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.

	Tratamientos	Enraizamiento (%)
1	Testigo más tierra	20.00 d
2	Testigo más arena	33.51 bcd
3	1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	58.61 ab
4	1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	22.64 d
5	2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	63.63 ab
6	2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	25.55 cd
7	2500 mg kg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	51.74 acb
8	2500 mg kg ⁻¹ ANA + 2500 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	15.18 d
9	3000 mg kg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB mas tierra	74.43 a
10	3000 mg kg ⁻¹ ANA + 3000 mg kg ⁻¹ AIB mas arena	17.22 d
	CV. %	22.98

4.7 Evaluación Económica.

En el (Cuadro 16) se muestran los costos de producción para cada uno de los tratamientos evaluados y se obtuvieron los siguientes resultados:

- El tratamiento que presentó el menor costo de producción por planta fueron los tratamientos T2 (testigo tierra) con 4,73 y el tratamiento con el mayor costo fue el T9 (3000 mg kg⁻¹ de ANA + 3000 mg kg⁻¹ de AIB) con 7,31 USD.
- El tratamiento T2 (testigo tierra) presentó la mayor rentabilidad con 96.62%, seguido del tratamiento T10 (3000 mg kg⁻¹ de ANA + 3000 mg kg⁻¹ de AIB) con 93.55 %, y el tratamiento con la menor rentabilidad se observó en el T9 con 31,33%.

CUADRO 16: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS EL EFECTO DE DISTINTAS CONCENTRACIONES HORMONALES EN LA INDUCCIÓN DE RAÍCES EN ESTACAS DE PIMIENTA NEGRA (*PIPPER NIGRUM L.*) A LOS 45 DÍAS DE ESTABLECIDO EL ENSAYO. 2012.

COSTOS	Tratamiento arena	Tratamiento tierra	Tratamiento 1500 arena	Tratamiento 1500 tierra	Tratamiento 2000 arena	Tratamiento 2000 tierra	Tratamiento 2500 arena	Tratamiento 2500 tierra	Tratamiento 3000 arena	Tratamiento 3000 tierra
MATERIAL DE CAMPO										
Material vegetal	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fundas	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Navaja	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fungicida	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Pala	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Machete	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Balde	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Tijera podadora	0,50	0,5	0,50	0,5	0,50	0,5	0,50	0,5	0,50	0,5
Cañas	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Zarán	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Plástico transparente	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
REACTIVOS										
Ácido Indol butírico (AIB)	0,00	0,00	0,12	0,12	0,16	0,16	0,20	0,20	0,24	0,24

Ácido Naftalen acético (ANA)	0,00	0,00	0,12	0,12	0,16	0,16	0,20	0,2	0,24	0,24
Alcohol	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Talco	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sustrato										
Arena	0,80	0,00	0,80	0,00	0,80	0,00	0,80	0,00	0,80	0,00
Tierra	0,00	0,30	0,00	0,30	0,00	0,30	0,00	0,30	0,00	0,30
Tamo de arroz quemado	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
MANO DE OBRA										
recolección de material	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
preparación y siembra	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
repique y puesta en funda	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
COSTO TOTAL	6,23	4,73	7,07	5,45	7,15	5,49	7,23	5,53	7,31	5,57
Número de plantas por tratamiento	39,00	31,00	37,00	32,00	37,00	32,00	39,00	25,00	32,00	34,00
Valor unitario por planta	0,16	0,15	0,19	0,17	0,19	0,17	0,19	0,22	0,23	0,16
Valor unitario por planta	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

en el mercado										
Total de ingresos	11,70	9,30	11,10	9,60	11,10	9,60	11,70	7,50	9,60	10,20
Beneficio Neto	5,47	4,57	4,03	4,15	3,95	4,11	4,47	1,97	2,29	4,63
Relación beneficio costo	0,88	0,97	0,57	0,76	0,55	0,75	0,62	0,36	0,31	0,83
Rentabilidad	87,80	96,62	57,00	76,15	55,24	74,86	61,83	35,62	31,33	83,12

4.8 DISCUSIÓN

En la propagación vegetativa de pimienta negra, producto de la aplicación de los reguladores del crecimiento vegetal tanto ANA como AIB, se obtuvo un alto porcentaje de sobrevivencia (61,91% y 96,52%), indistintamente del tipo de sustrato o concentración hormonal utilizada, resultado que, de acuerdo a lo sostenido por Easley & Lambeth (1989), puede considerarse como operacionalmente aceptable.

El porcentaje de enraizamiento en el sustrato tierra estuvo marcado por un incremento a medida que la concentración hormonal fluctuó de 1500 hasta 3000 mg kg⁻¹, sin embargo en el sustrato arena el efecto fue, que a medida que se incrementó la concentración hormonal el porcentaje empezó a disminuir. Este hecho que corroborado por (Santelices y Cabello, 2006) quienes manifiestan que es común que al aumentar la concentración de auxina también lo haga la inducción de raíces, hasta llegar a un máximo y luego disminuir (Wasser & Ravetta, 2000), formándose así lo que se conoce como curva óptima (Barceló-Coll *et al.* 2001). Por otra parte, no todas las estacas que sobrevivieron lograron inducir raíces, además las estacas que obtuvieron los más altos porcentajes de enraizamiento fueron las que formaron una mayor longitud.

Es de destacar que los porcentajes de enraizamientos en aquellos tratamientos que no recibieron la aplicación de las auxinas, sobre todo cuando se utilizó el sustrato tierra es inferior, hecho que lo corrobora (Ramírez, 2004) quien menciona que en plantas de *Chrysobalanus icaco* L. (icaco) observó el mismo efecto, aun cuando las estacas fueron colocadas en un buen sustrato y con alta humedad relativa. Es de destacar sin embargo que cuando no hay formación de raíces no se produce la liberación y traslocación de la auxina endógena, la cual es un requerimiento para la iniciación de las raíces adventicias en tallo y para la

división de las primeras células iniciadoras de la raíz (Hartmann y Kester, 2001; Sharma *et al.*, 1991; Vargas *et al.*, 1997; Vargas *et al.*, 1999).

El número de raíces tuvo marcadas diferencias entre aquellos tratamientos que no tuvieron la aplicación de las hormonas (testigo) frente a los que si recibieron la aplicación, los promedios más altos fueron obtenidos en el sustrato tierra a las concentraciones 1500, 2000 y 3000, observándose una gran diferencia en la cantidad de las raíces inducidas, estos promedios difieren de los obtenidos por (Ortiz y Santín, 2006) quienes propagaron pimienta con concentraciones hormonales inferiores, utilizando como sustrato tierra de monte, obteniendo 7,43raíces por planta a 1500 mg kg⁻¹ de ANA + 1500 mg kg⁻¹ de AIB. Estos resultados concuerdan con lo expresado por (Poliszulk *et al.*, 1999) quienes mencionan que algunos factores como los sustratos influyen de forma significativa sobre los resultados obtenidos. Además se corrobora lo expresado por (Álvarez y Varona, 1998) quienes manifiestan que mientras algunas especies no requieren la adición de estimuladores de enraizamiento otras sí. Concordando con Ramírez (2004), quien manifiesta que la opinión más extendida es que la variación de la concentración de las auxinas son importantes en la acción hormonal.

En la variable longitud máxima de raíz, se observa que el tratamiento T5 obtuvo 6.52cm, resultados que son inferiores a los obtenidos por (Ortiz y Santín, 2006), quienes obtuvieron 7,85 cm, sobresale el sustrato tierra como el ideal para la longitud de raíz lo que no ocurre con el sustrato arena, aunque que si bien es cierto como lo menciona Royero (2007) permite una buena aireación y un buen drenaje al conferir porosidad al sustrato, resultando adecuado para la funcionalidad de las raíces, en el caso de pimienta no fue el ideal. Por otro lado concuerda con Hartmann (1995) citado por Taiariol (2001), quienes mencionan que un buen sustrato es ideal para la propagación, ya que debe estar provisto de suficiente porosidad para permitir una buena aireación y una alta

capacidad de retención de agua; tener un buen drenaje y estar libre de patógenos.

Es importante mencionar que Bayas en el 2007 realizó su investigación sobre la propagación vegetativa de *Piper nigrum* L. (pimienta negra) con el uso de estimuladores orgánicos de enraizamiento. El mismo que incluía un testigo y tratamientos con estimulantes químicos: ANA + AIB a 2500 mg kg⁻¹ en sustrato tierra de monte. Los resultados obtenidos en la presente investigación son similares para las variables sobrevivencia (70%) y enraizamiento (52%) número de raíces (2,63) y longitud de raíces (2,67) e inferiores en cuanto al número (1.33) y longitud de brotes (1,56) al compararlos con el Tratamiento que incluía ANA y AIB a 2500 más tierra de monte.

Adicionalmente en el trabajo realizado por Haro (2009) Sobre la evaluación de dos métodos de propagación y cinco tipos de sustratos en plantas de pimienta negra.

Para el número de brotes el tratamiento 8 (2500 mg kg⁻¹ de ANA + 2500 mg kg⁻¹ de AIB) obtuvo el mayor número de brotes con un promedio de 0.50, el mismo que fue inferior a los mostrados por Ortiz y Santín (2006) que obtuvieron 0.62 con 1000 mg kg⁻¹ de ANA + 1000 mg kg⁻¹ de AIB. Estos resultados corroboran lo expresado por Bidweell (1993), quien expresa que las hormonas provocan una gran variedad de efectos en las plantas, siendo uno de estos, estimular la emisión de brotes. Considerando que algunas plantas poseen de forma natural estas sustancias, por lo tanto no requieren de las mismas para realizar tal función.

En la variable longitud máxima de brotes se observó que el tratamiento testigo más arena alcanzó el promedio más alto esto es 1,47 cm y el menor el Testigo más tierra con 0.12 cm, estos resultados son inferiores a los obtenidos por Ortiz y Santín (2006) que obtuvieron 2.81cm con 1500 mg kg⁻¹ de ANA + 1500 mg kg⁻¹ de AIB como mejor resultado y 1.71 cm en el testigo sin hormona como el menor. Esto concuerda con lo mencionado por Salisbury y Roos (2000) quienes mencionan que la relación auxina – citocinina es importante para controlar la dominancia apical, debido a que concentraciones altas favorecen el desarrollo de yemas y la concentraciones bajas favorecen la dominancia apical.

En cuanto a los costos de producción el tratamiento que obtuvo el menor valor unitario por planta fue el (Testigo en tierra) con 0,15 USD y el de mayor fue para el T6 con 0,23 USD. Por lo tanto son comparables a los obtenidos por Ortiz y Santín (2006) que consiguieron 0.24 USD en el testigo como mayor y 0.23 USD en el resto de tratamientos.

El porcentaje de rentabilidad fue mejor para el tratamiento testigo en tierra con 96.62% y el menor fue para el tratamiento T6 con 31,33%, Esto se debe a que el testigo no utilizó hormonas y a pesar de ello el mayor porcentaje de enraizamiento fue en este tratamiento. Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Ortiz y Santín (2006), quienes obtuvieron la mayor rentabilidad a 164.35 % con 1500 mg kg⁻¹ de ANA + 1500 mg kg⁻¹ de AIB, y la menor rentabilidad la obtuvo el testigo con el valor de 154.01%.

Con los resultados obtenidos podemos afirmar la hipótesis de que el tratamiento 3000 mg kg⁻¹ ANA + 3000 mg kg⁻¹AIB mas tierra influyó en la obtención de plantas enraizadas.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1.1 Conclusiones

- El tratamiento que logró el promedio más alto de número y longitud de raíces fue el T5 (2000 mg kg⁻¹ ANA + 2000 mg Kg⁻¹ AIB más tierra) con 5.32 y 6.52 respectivamente.
- El promedio del porcentaje de sobrevivencia estuvo entre 61,91 y 97%.
- El tratamiento con el promedio más alto de enraizamiento fue el T9 (3000 mg kg⁻¹ ANA + 3000 mg Kg⁻¹ AIB más tierra) con 74,43%.
- Los mejores tratamientos para número de brotes fue el T8 (2500 mg kg⁻¹ ANA + 2500 mg Kg⁻¹ AIB más arena) y para la longitud el T3 (1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg Kg⁻¹ AIB más tierra) con 0,54 y 1,47 respectivamente.
- El tratamiento que obtuvo la mejor rentabilidad fue el T2 (testigo en tierra) con 96.62 % de rentabilidad.

5.2 Recomendaciones

- Realizar pruebas con mezclas de diferentes sustratos, esto es tierra de monte más arena, tierra de monte más zeolita, tierra de monte más tamo de arroz, entre otros.
- Probar otros métodos de propagación asexual de pimienta

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6. LITERATURA CITADA

- ABEDINI, W., CIOCCHINI, G. Y MARLATS, R., 1991. Resultados de la clonación de *Melia azedarach* L. y *Meliatoosendan* Sieb et Zucch resistente al frío. Investigación Agraria. Vol.12: 143-149.
- ABEDINI, W., CEJAS, D. Y MARLATS, R. 1985. Enraizamiento de estacas y diferenciación de plántulas mediante el cultivo in vitro de paraíso *Melia azedarach* L. Primer Encuentro Nacional sobre Biotecnología de la Producción Vegetal. Rosario. PNB. Argentina.
- ALVAREZ, P. VARONA, J. 1988. Silvicultura. La Habana, Cuba, editorial Pueblo y educación, p 22.
- ALVIN, P; DUARTE, C; CASTRO, M Y NASCIMENTO. 1954. Mejores preparaciones hormonales para el enraizamiento de las estacas de cacao. Turrialba. Costa Rica. 4(2-4). 147 – 154.
- BARCELLÓ, 1992. Fisiología Vegetal. Ed España. p 250
- BREEN, P. J. AND T. MURAOKA. 1974. Effect of leaves and carbohydrate content and movement of ¹⁴C- assimilate in plum cuttings. Jour. Amer. Soc.
- BEAULIEV, V. 1973 Relative pathological importance of *Fusarium* and *Phytophthora* in the cultivation of black pepper in Bahia, Brazil *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, *Phytophthora capsici*, *Piper nigrum*. Rev-Theobroma. Ilheus, Brazil: Centro de Pesquisas do Cacau. July/Sept 1983. 13(3) 175-181.
- BIDWELL, R.G.S. 1993. Fisiología Vegetal. (Acción de las hormonas y Reguladores del crecimiento). Ontario, CA. A.G.T editor S. A. Primera edición. c.23. p. 598 – 619.

- BIRAN, L. AND HALEVY, 1973. The relationship between rooting of dahlia cuttings and the presence and type of bud. *Phys. Plant.* 28: 244-47
- CONCON, JOSE M; NEWBURG, DAVID S; SWERCZEK, THOMAS W (1979). Black pepper *Piper nigrum*: Evidence of carcinogenicity. *Nutr Cancer.* Philadelphia, Franklin Institute Press. Spring 1979.v. 1(3) p. 22-26. ill., charts.
- DELVIN, R. M. 1980. *Fisiología Vegetal.* Barcelona, Es. Omega. sp.
- DAVIES, F. T., JR., AND H. T. HARTMANN. 1988. The physiological basis of adventitious root formation. *Acta Hort.* 227:113-20.
- DAVIS, T. D. 1989. Photosynthesis during adventitious rooting. In *Adventitious root formation in cuttings*, T. D. Davis, B. E. Haissig. p 432.
- DAVIS, B Y PETER, M. 1982. Etiology of root and stem rot *Fusariumsolani* f *piperi* of black pepper *Piper nigrum* L. and its occurrence in Paraiba State, Brazil. *PesquiAgropecu Bras.* 0100-204X. Brasilia, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. 1978. 13(1) 19-20.
- EASLEY D & C LAMBETH (1989) Potencial de rebrotamiento y enraizado de las procedencias del *Pinusoocarpa* y *Pinustecunumanii*. Cartón de Colombia, Informe de Investigación (Colombia) 125: 1-9.
- HARDY, F. 1961. *Manual de cacao.* Instituto Interamericano de Ciencias agrícolas. (IICA).Turrialba – Costa Rica. 150p.
- HARTMAN, J & KEESTER, L. 1985.*Phytophthora (palmivora)* foot rot of black pepper in Brazil and Puerto Rico. *Piper nigrum.* *Phytopathology*, Jan 1972, 62(1): 144-148.
- HARTMAN, K 1992. Record of *Pterolophia annulata* Chevr and *Diboma procera* Pasc (Lamiinae; Cerambycidae: Coleoptera) as

new pests of pepper (*Piper nigrum* L.) from India. *Curr-Sci*,
Sept 20, 1976, 45 (18): 670-671.

HEEDE, L Y LECOURT, T 1981. Physical properties of soil mixes used by
nurseries. *Calif. Agr.* 18(5):12-13

HERNANDEZ, M 1988. Variación patógena de *Phytophthora palmivora*
en *Piper nigrum*. *Brit-mycol-soc-trans*, Junio 1973, 60(3):
583-585.

INFOAGRO. (s.f.) El cultivo de la pimienta. Consultado el 30 de marzo
del 2006 disponible en interne en la dirección electrónica:
[HTTP://WWW.INFOAGRO.COM/AROMATICAS/PIMIENTA.ASP](http://www.infoagro.com/aromaticas/pimienta.asp).

MARTINS, AP; SALGUEIRO, L; VILA, R; TOMI, F; CANIGUERAL, S;
CASANOVA, J; PROENCA DA CUNHA, A; ADZET, T.
1998 Essential Oil from four *Piper* species. *Phytochemistry*
Oxford. Oxford: Elsevier Science Ltd. Dec. v. 49 (7) 2019-
2023.

MAISTRE, L. 1969. Induction of mutants resistant to *Fusarium* in black
pepper (*Piper nigrum* L.) Brazil. *Relat. Cient. Esc. Super*
Agric. Luiz Queiroz Dep. Inst. Genet. Piracicaba, Sao
Paulo, Brazil, A Escola. 1980. p.14.

MARASSI, M. 2005. HIPERTEXTOS DEL ÁREA DE LA BIOLOGÍA.
Universidad Nacional del Nordeste. Fac. de Agroindustrias,
Saenz Peña, Chaco • Fac. Ciencias Agrarias, Corrientes
República Argentina • ©1998-2005.
<http://www.biologia.edu.ar>.

MEI. 1956. *Biología aplicada*, 3 Edición, editorial Universidad Estatal a
Distancia, San José, Costa Rica, 1999.

MERO, M 1994. Manual técnico de Pimienta PROEXANT. Proyecto 518-
0019. USAID – ANDE - FEDEXPOR. CENDES. Quito-
Ecuador

- MIRABELLI, E. 1995. Curso intensivo de lombricultura. Centro de lombricultura. Facultad de Agronomía (UBA).
- MONTEUUIS O., 1995. Recent advances in mass clonal propagation of teak. Proceedings of the international Workshops BIO-REFOR, Kangar, Malasia.p 1 - 3.
- NAKATANI, N. (1992). Natural antioxidants from spices. ACS symp ser. Washington, DC. American Chemical Society, 1974. 1992. (507) p. 72-86.
- MUÑOZ, P. 2007. Propagación Asexual de Pimienta Negra (*Piper nigrum* L.) con altas concentraciones hormonales de ANA y AIB. Tesis de grado Investigativo previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Unidad de Estudios a Distancia. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo Ecuador.
- ORTIZ, E. Y SANTIN, A. 2006. "Propagación vegetativamente pimienta negra (*P. nigrum* L.) Con el uso de Ácido Indol butírico (AIB) y Acido Naftalen acetico (ANA)". Trabajo Investigativo previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Unidad de Estudios a Distancia. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo Ecuador.
- POLISZULK H., SILVA W., FERRER M., BETANCOURT, E. RIVERO G., 1999. Efectos de distintos tratamientos hormonales en la inducción de raíces adventicias en estacas apicales de "Búcaro" bucida buceras. Rev. Fac. Agron. 16 (1) 71- 75.
- RAMOS, L. CRUZ, N. MORANTE, J. Y VILLACIS, O. 2005. "Empleo de hormonas (ANA y AIB) Estimuladores de Enraizamiento para la Propagación vegetativa de *Chlorophora Tinctoria* (L) Gaug (Moral fino) en el Litoral Ecuatoriano". Tesis de grado Facultad de Ciencias Ambientales, Quevedo Ecuador.

- RICHARDS, S 1964. Rhizoctonia stem rot of pepper (*Piper nigrum* L.) rooted cuttings. Indian Cocoa Arecanut Spices J. Calicut, Directorate of Arecanut & Spices Development. Oct/Dec 1980. v. 4(2) p. 31. Ill.
- ROYERO, M VARGAS, E Y OROPEZA, M. 2007 MICROPROPAGACIÓN Y ORGANOGÉNESIS DE *Dioscorea alata* (ÑAME) consultado el 18 de septiembre del 2008, disponible en internet en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000400008&nrm=iso&tlng=pt
- SHUROFF, D. 1962. Recent advances in mass clonal propagation of teak. Proceedings of the international Workshops BIO-REFOR, Kangar, Malasia. p 1 - 3.
- SKOOG, F. MILLER C. O., 1958 Chemical regulation of growth and tissue culture in vitro. Symp. Soc organ formation in plant Exp. Biol. 11: 118-130.
- SALISBURY Y ROOS, C. 2000. Fisiología de las plantas. Paraninfo S. A. Thomson Editores. Madrid, ES. c. 17. p. 581 – 585; c. 18. p. 610 – 616; c. 22. p. 758 – 760.
- SANTIN, A. ORTIZ, E. 2007. “Propagación vegetativamente pimienta negra (*P. nigrum* L.) Con el uso de Ácido Indol butírico (AIB) y Acido Naftalen acetico (ANA)”. Trabajo Investigativo previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Unidad de Estudios a Distancia. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo Ecuador.
- VAZQUEZ, B.E., y TORRES, G. S., 1981. Fisiología vegetal. Crecimiento y desarrollo, p 317-362. ed. Pueblo educación. Ciudad de la Habana Cuba.
- WASSER D & D RAVETTA (2000) Vegetative propagation of *chilobensis* (Asteraceae). Industrial Crops and Products 11: 7-10.

CAPITULO VII

ANEXOS

Cuadro 1: Análisis de varianza para el número de raíces en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (*Piper nigrum* L.). UTEQ 2012.

	FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F Calculada	Nivel significancia
FACTOR A		4	2.564	0.641	4.7221	**
FACTOR B		1	7.388	7.388	54.4264	**
AB		4	2.735	0.684	5.0370	**
ERROR		40	5.430	0.136		
TOTAL		49	18.117			
CV %			21.74			

NS: no significancia al 95% de probabilidad según la prueba de Tukey

Cuadro 2: Análisis de varianza para la longitud de raíces en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (*Piper nigrum* L.). UTEQ 2012.

	FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F Calculada	Nivel significancia
FACTOR A		4	2.418	0.605	2.9297	*
FACTOR B		1	4.428	4.428	21.4576	**
AB		4	4.308	1.077	5.2181	**
ERROR		40	8.255	0.206		
TOTAL		49	19.409			
CV %			24.01			

NS: no significancia al 95% de probabilidad según la prueba de Tukey

Cuadro 3: Análisis de varianza para el número de brotes en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (*Piper nigrum* L.). UTEQ 2012.

	FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F Calculada	Nivel significancia
FACTOR A		4	0.003	0.001	0.1538	ns
FACTOR B		1	0.218	0.218	42.4976	**
AB		4	0.132	0.033	6.4585	**
ERROR		40	0.205	0.005		
TOTAL		49	0.558			
CV %		8.17				

NS: no significancia al 95% de probabilidad según la prueba de Tukey

Cuadro 4: Análisis de varianza para el longitud de brotes en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (*Piper nigrum* L.). UTEQ 2012.

	FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F Calculada	Nivel significancia
FACTOR A		4	0.025	0.006	0.1478	ns
FACTOR B		1	1.146	1.146	27.4607	**
AB		4	0.658	0.165	3.9418	**
ERROR		40	1.669	0.042		
TOTAL		49	3.498			
CV %		18.95				

NS: no significancia al 95% de probabilidad según la prueba de Tukey

Cuadro 5: Análisis de varianza para el porcentaje de sobrevivencia en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (*Piper nigrum L.*). UTEQ 2008.

	FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F Calculada	Nivel significancia
FACTOR A		4	1.313	0.328	0.5028	ns
FACTOR B		1	8.418	8.418	12.8977	**
AB		4	6.675	1.669	2.5569	ns
ERROR		40	26.107	0.653		
TOTAL		49	42.513			
CV %			8.82			

NS: no significancia al 95% de probabilidad según la prueba de Tukey

Cuadro 6: Análisis de varianza para el porcentaje de enraizamiento en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (*Piper nigrum L.*). UTEQ 2012.

	FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F Calculada	Nivel significancia
FACTOR A		4	12.931	3.233	1.7110	ns
FACTOR B		1	76.781	76.781	40.6370	**
AB		4	48.381	12.095	6.4016	**
ERROR		40	75.577	1.889		
TOTAL		49	213.671			
CV %			22.98			

NS: no significancia al 95% de probabilidad según la prueba de Tukey

CUADRO 7. Promedios de los valores originales para las variables número de raíces, longitud de raíces, número de brotes, longitud de brotes, porcentaje de supervivencia y porcentaje de enraizamiento en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (*Piper nigrum L.*). UTEQ 2012.

T	N. R.	L. R.	N. B.	L.B.	% S	% E
T1	0,97	1,14	0,10	0,12	76,73	20,00
T2	1,34	2,61	0,50	1,47	96,52	33,51
T3	4,47	5,61	0,22	0,41	79,42	58,61
T4	1,01	3,06	0,27	0,93	92,12	22,64
T5	5,32	6,56	0,17	0,46	78,82	63,63
T6	1,01	1,38	0,37	0,80	91,33	23,55
T7	4,06	4,26	0,05	0,13	61,91	51,74
T8	1,00	1,59	0,54	1,20	97,00	15,18
T9	5,29	5,04	0,25	0,74	84,32	74,43
T10	1,79	1,76	0,29	0,72	79,00	17,22

CUADRO 8. Promedios de los valores transformados a raíz de $X+1$ para las variables número de raíces (NR), longitud de raíces (LR), número de brotes (NB), longitud de brotes (LB), porcentaje de supervivencia (% S) y porcentaje de enraizamiento (% E) en el efecto de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de Pimienta negra (*Piper nigrum* L.). UTEQ 2012.

T	N. R.	L. R.	N. B.	L.B.	% S	% E
T1	1,21	1,28	0,77	0,79	8,79	4,53
T2	1,36	1,76	1,00	1,40	9,85	5,83
T3	2,23	2,47	0,85	0,96	8,94	7,69
T4	1,23	1,89	0,88	1,19	9,62	4,81
T5	2,41	2,66	0,82	0,98	8,91	8,01
T6	1,23	1,37	0,93	1,14	9,58	4,90
T7	2,14	2,18	0,74	0,80	7,90	7,23
T8	1,22	1,44	1,02	1,30	9,87	3,96
T9	2,41	2,35	0,87	1,11	9,21	8,66
T10	1,51	1,50	0,89	1,11	8,92	4,21

Fotos



Figura 1. Pesado de la hormona ANA.



Figura 2. Pesado de la hormona AIB.



Figura 3. Pesado del talco.



Figura 4. Disolución de las hormonas con hidróxido de sodio.



Figura 5. Mezclado de la hormona disuelta con el talco.



Figura 6. Planta donadora de las ramillas de pimienta.



Figura 7. Ramillas sumergidas en agua para evitar deshidratación.



Figura 8. Llenado de fundas con el sustrato arena más tamo de arroz quemado, previamente desinfectado.



Figura 9. Llenado de fundas con el sustrato tierra más tamo de arroz quemado, previamente desinfectado.



Figura 10. Corte en forma de bisel a las ramillas previo a colocar las hormonas



Figura 11. Siembra de las ramillas en los diferentes tratamientos



Figura 12. Cobertura plástica para formar la cámara húmeda, los explantes permanecieron 45 días bajo este túnel.



Figura 13. Plantas de pimienta luego de 45 días de establecidas



Figura 14. Raíces en ramillas de pimienta



Figura 15. Raíces en ramillas de pimienta



Figura 16. Raíces y brotes en ramillas de pimienta enraizadas con hormonas ANA y AIB



Figura 17 Brotes en ramillas de pimienta



Figura 18. Ramillas de pimienta en sustrato tierra de monte luego de 53 días de establecido el ensayo.

