

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACION DE ENRAIZADORES SINTÉTICOS EN ESQUEJES DE
PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum*, Piperacea); PUERTO BARRIOS, IZABAL
TESIS DE GRADO

RICARDO STEVEN PALACIOS ESTRADA
CARNET 32030-87

ZACAPA, OCTUBRE DE 2014
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACION DE ENRAIZADORES SINTÉTICOS EN ESQUEJES DE
PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum*, Piperacea); PUERTO BARRIOS, IZABAL
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
RICARDO STEVEN PALACIOS ESTRADA

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS
HORTÍCOLAS

ZACAPA, OCTUBRE DE 2014
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. JULIO ADALBERTO CABRERA CAMPOS

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. EDGAR AMÍLCAR MARTÍNEZ TAMBITO

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

ING. LUIS FELIPE CALDERÓN BRAN

Guatemala 09 de Agosto de 2014

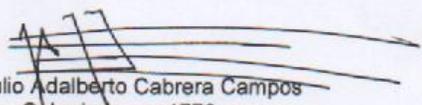
Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo;

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Ricardo Steven Palacios Estrada, carné 32030-87, titulada: "Evaluación de cuatro enraizadores sintéticos en esquejes de pimienta negra (*Piper nigrum*, *Piperaceae*), en Aldea Piedra Parada, Puerto Barrios, Izabal".

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,


Ing. Julio Adalberto Cabrera Campos
Colegiado no. 1779
Cod. URL



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06203-2014

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante RICARDO STEVEN PALACIOS ESTRADA, Carnet 32030-87 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 0662-2014 de fecha 26 de septiembre de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACION DE ENRAIZADORES SINTÉTICOS EN ESQUEJES DE
PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum*, Piperaceae); PUERTO BARRIOS, IZABAL

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 21 días del mes de octubre del año 2014.


ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, el ser omnipotente que me ha brindado fortaleza e inteligencia para lograr mis propósitos y metas.

Universidad Rafael Landívar, especialmente a la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas.

MGTR. Edgar Amílcar Martínez Tambito, MGTR. José Manuel Benavente Mejía, ING. Luis Felipe Calderón Bran.

Ing. Juan Matta

La finca Frutales del Trópico donde se realizó el trabajo de campo, se encuentra ubicada en la Aldea Piedra Parada, Puerto Barrios, Izabal, en el Kilómetro 286 de la CA9 Interamericana.

Todos los que de una u otra manera me brindaron su apoyo para culminación de la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios: Todo poderoso y creador del universo, Virgen Maria, San Judas Tadeo por haberme dado la fuerza y la inteligencia por completar mis estudios exitosamente.

Mis Padres: Ricardo Palacios, y María del Rosario Estrada de Palacio por darme la vida, mostrarme el camino del bien, esfuerzo e interés que dedicaron en mis estudios y poder darme sus sabios consejos para triunfar en la vida.

Mis hermanas: Ana Lorena Palacios Estrada de Sandoval, Karen Yanina Palacios Estrada por su gran apoyo y cariño.

Mi esposa: Lisette Carrera gracias por su comprensión y apoyo.

Mis hijas: Andrea Lisette, Emi Gabriela y María Reneé Palacios Carrera, gracias por su apoyo.

Mis Nietos: Ricardo Alfredo Mendoza Palacios y Fátima Isabel Mendoza Palacios.

Mis cuñados: En especial a Lic. Roderico Sandoval.

INDICE GENERAL

RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEORICO	3
2.1 Generalidades de la pimienta negra	3
2.2 Taxonomía	4
2.2.1 Descripción Botánica	4
2.2.2 Propagación	5
2.2.2.1 Reproducción Sexual	5
2.2.2.2 Reproducción Asexual	5
2.2.2.3 Reproducción en Vitro	5
2.3 Requerimientos Climáticos	6
2.3.1 Altitud	6
2.3.2 Temperatura	6
2.3.3 Precipitación	6
2.3.4 Humedad Relativa	6
2.4 Requerimientos Edáficos	6
2.5 Generalidades del Cultivo	7
2.5.1 Plantación	7
2.5.2 Fertilización	7

2.5.3 Plagas	8
2.5.4 Enfermedades y su combate	11
2.6 Las Fitohormonas y su efecto en la planta	12
2.6.1 Grupo de las Auxinas	13
2.6.1.1 Biosíntesis y traslado	13
2.6.1.2 Modo de acción	14
2.6.1.3 Efectos Fisiológicos	15
2.6.1.4 Estructura básica de una auxina	15
2.6.2 Grupo de las citosinas	16
2.6.2.1 Estructura de las citosinas	16
2.6.2.2 Biosíntesis y Traslado	17
2.6.2.3 Modo de acción	17
2.6.2.4 Efectos fisiológicos	18
2.7 Fitohormonas sintéticas	18
III Planteamiento del Problema	20
3.1 Definición del Problema	20
3.2 Justificación	20
IV Objetivos	22
4.1 General	22
4.2 Específicos	22
V Hipótesis	23

5.1 Alternativa	23
VI Metodología	24
6.1 Localización del sitio experimental y descripción	24
6.2 Material experimental	25
6.2.1 Selección del Material Vegetal	25
6.2.2 Enraizadores sintéticos a utilizar	25
6.3 Descripción de los tratamientos	26
6.4 Diseño experimental	27
6.5 Modelo estadístico	27
6.6 Unidad experimental	27
6.6.1 Croquis de campo	27
6.7 Manejo del experimento	28
6.7.1 Elaboración y preparación del propagador	28
6.7.2 Manejo agronómico el experimento	28
6.7.2.1 Riego	28
6.7.2.2 Aplicación de insecticidas para plagas del suelo	29
6.7.2.3 Corte y siembra de esquejes	29
6.7.2.4 Podas	29
6.7.2.5 Aporques	30
6.7.2.6 Control de Malezas	30
6.7.2.7 Aplicación de Fungicidas preventivos y/o curativos	31

6.7.2.8 Aplicaciones de foliar	31
6.7.2.9 Trasplantes	31
6.7.2.10 Cosecha	32
6.8 Variables de respuesta	33
6.9 Análisis de la Información	34
6.9.1 Análisis Estadístico	34
6.9.2 Análisis Económico	34
VII Resultados y discusión	35
7.1 Raíces por planta	36
7.2 Enraizamiento de esquejes expresado en porcentajes	37
7.3 Peso de raíz (g)	40
7.4 Longitud de raíz (cm)	42
7.5 Tiempo en propagador	44
7.6 Supervivencia de esquejes	46
7.7 Análisis Económico	48
VII Conclusiones	51
IX Recomendaciones	52
X Bibliografía	53
Anexos	55

EVALUACION DE ENRAIZADORES SINTÉTICOS EN ESQUEJES DE PIMIENTA NEGRA (*Piper nigrum*, Piperacea) EN ALDEA PIEDRA PARADA; PUERTO BARRIOS, IZABAL

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en La finca Frutales del Trópico en la Aldea Piedra Parada, Puerto Barrios, Izabal, con el propósito de evaluar los efectos de cuatro enraizadores sintéticos en esquejes de pimienta negra (Raizal, Radifarm, Radix y Rooting). Las variables evaluadas en los esquejes fueron: sobre la cantidad de raíces por esqueje, enraizamiento de esquejes expresado en porcentajes, peso de raíz (g), longitud de raíz (cm), sobrevivencia de esquejes, tiempo en propagador y análisis económico. Se utilizó un diseño estadístico de bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Cada unidad experimental consistió de 375 plantas como parcela bruta, y todas fueron usadas para la tabulación de dato, por lo que el total de plantas a utilizar fue de 9,375 esquejes, y el distanciamiento entre esquejes de 3 cm y entre surcos 20 cm. El tratamiento que presento los mejores resultados fue al que se le aplico el enraizador sintético Rooting, alcanzando con las aplicaciones, mejor cantidad de raíces, mejor peso, mejor longitud de raíz, mayor sobrevivencia de esquejes, menor tiempo en propagador. El análisis de rentabilidad indica que el mejor tratamiento evaluado es el sintético Rooting con la cantidad de 1,781 esquejes sobrevivientes para su venta, de los 1,875 esquejes sembrados por tratamiento, teniendo solo un 5% de mortalidad. La recomendación para la producción es utilizar Rooting. El uso de sintéticos es recomendable para mejorar la producción de esquejes de pimienta negra.

EVALUATION OF SYNTHETIC ROOT STIMULATORS IN BLACK PEPPER (*Piper nigrum*, Piperaceae) CUTTINGS IN ALDEA PIEDRA PARADA; PUERTO BARRIOS, IZABAL

SUMMARY

This research was carried out in Frutales del Trópico farm in Aldea Piedra Parada, Puerto Barrios, Izabal, in order to evaluate the effects of four synthetic root stimulators in black pepper (Raizal, Radifarm, Radix y Rooting) cuttings. The evaluated variables were: amount of roots per cutting, rooting for the cutting expressed in percentages, root weight (g), root length (cm), cuttings survival, time in the propagator, and economic analysis. A complete randomized block design with five treatments and five replicates was used. Each experimental unit consisted of 375 plants as gross plot and all were used to tabulate data; therefore, the total amount of plants to be used was of 9,375 cuttings, and the distance among cuttings was of 3 cm and 20 cm among furrows. The Rooting synthetic root stimulator was the treatment that showed the best results; a better amount of roots, weight, and cutting survival was achieved by applying the same, as well as less time in the propagator. The profitability analysis indicates that the best evaluated treatment is the Rooting synthetic stimulator with an amount of 1,781 survival cuttings for sale, from the 1,875 cuttings planted per treatment, with only 5% mortality. The recommendation for the production is to use Rooting. The use of synthetic stimulators is recommended to improve the production of black pepper cuttings.

I.INTRODUCCION

La pimienta negra, (*Piper nigrum*), es una planta perenne nativa de la costa Malabar situada al sur de la India, país que en la actualidad es uno de los mayores productores de esta especie con 95,350 TM para el año 2005. En América Latina el principal productor es Brasil con 64,450 TM anuales y el país que más importa es Estados Unidos. (FAO, 2003).

A partir de las frutas existen dos clases conocidas de pimienta: la negra en que la fruta entera es secada y la blanca en que las frutas maduras son fermentadas para quitarle la cáscara y los granos que quedan son secados. Esta planta tiene no solo aplicaciones indudablemente culinarias, también se utiliza en medicina. Combate eficazmente las hemorragias de las varices o del varicocele, del hígado, vejiga o matriz. Se le atribuyen propiedades vaso – constrictoras. (VIOTONICA, ALIMENTOS 2008)

En Guatemala, solo se produce un 15% de lo que se consume a nivel nacional, el restante 85% se importa de Brasil, además no se le ha prestado el debido cuidado al impacto económico que puede representar para la economía del pequeño productor, pues su precio de venta en el mercado que oscila entre Q.800.00 quintal cuando no hay mucha demanda hasta Q.1,200.00 en los meses de octubre, noviembre, diciembre cuando existe mayor demanda y su alta rentabilidad, puede convertir al cultivo en una alternativa más favorable en comparación a otros cultivos que actualmente siembra el pequeño agricultor y pueda palear la frágil economía del mismo. (MAGA, 2004)

Dentro de los factores que no han permitido que el cultivo de la pimienta negra, en Guatemala logre un mayor auge, se tiene: la susceptibilidad a plagas y enfermedades, el tiempo que se lleva su propagación (en esqueje) en viveros o propagadores además de la cantidad de pérdida de esqueje que existe, la poca información que se tiene para su producción, etc., porque en la reproducción sexual de la pimienta se da, además, una segregación genética que puede causar la

producción de plantas dioicas (de sexo masculino y femenino, por separado). (MAG, 1991).

Partiendo de la problemática de que las condiciones tecnológicas no son las más favorables para el cultivo, y de que uno de los principales problemas es la pérdida de esquejes así como el tiempo requerido para su propagación, se realiza la presente investigación, que evalúa el efecto de cuatro enraizadores sintéticos como promotores del desarrollo radicular en esquejes de pimienta negra, pretendiendo con ello contribuir a mejorar los niveles tecnológicos en el cultivo.

II. MARCO TEORICO

2.1 Generalidades de La Pimienta negra

La pimienta negra en grano es una baya del pimentero, pertenece a la familia de las piperáceas. Especie originaria de las selvas húmedas de las costas Malabar de la India suroccidental. A partir de las frutas se elaboran las dos clases conocidas de pimienta; la negra en que la fruta entera es secada y la blanca en que las frutas maduras son fermentadas para quitarle la cáscara y los granos que quedan son secados. El fruto del pimentero (pimental), presenta una superficie rugosa, tiene forma globular y mide de 4 a 7 mm de diámetro, debe contener como mínimo el 1% de esencia de aceite, los granos no deberán llevar elementos vegetales extraños y estar limpios de toda clase de parásitos, moho y microorganismos que podrían incidir en su descomposición. (MAG, 1991), además tiene propiedades como antioxidante natural, también se le han atribuido propiedades beneficiosas frente al cáncer. (VIOTONICA, ALIMENTOS, 2008).

La pimienta negra es una planta lisa que trepa por medio de sus raíces adhesivas en sus tutores. Los tallos son redondos, con nudos muy engrosados, opacos y de color verde claro o amarillento, las inflorescencias son colgantes o con espigas patentemente curvadas, de tallo corto y 2-15 centímetros de largo, las flores son pequeñas, generalmente unisexuales- dioicas-, pero frecuentemente polígamas y levemente olorosas. (MAG, 1991).

2.2 Taxonomía:

La clasificación taxonómica de la Pimienta Negra es la siguiente:

Reino	Plantea
División	Traqueofita
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Coripetañesnea
Orden	Piperales
Familia	Piperácea
Genero	Piper
Especie	<i>Piper nigrum</i>

2.2.1 Descripción Botánica.

La pimienta negra es una planta lisa que trepa por medio de sus raíces adhesivas. Los tallos son redondos, con nudos muy engrosados, opacos y de color verde claro o verde amarillento. Las hojas son dísticas, de pecíolo corto, ampliamente ovadas-elípticas u ovadas- oblongas, con la base oblicua, obtusa o redondeada y el ápice abruptamente acomido, coriáceo, de color verde oscuro y brillante por arriba, verde blanquecino o verde mar, opaco y densamente provisto de puntos blancos peludos por debajo, generalmente de 5 a 7 nervaduras rara vez nervaduras, de 5-18 cm. De largo y 2-12.5 cm de ancho. El pecíolo esta surcado en su lado anterior, envainada la mitad inferior y es de 1-4 cm largo. Las inflorescencias son colgantes o con espigas patentemente curvadas, de tallo corto y de 2-15 cm de largo. Las flores son pequeñas, generalmente unisexuales – dioicas, pero frecuentemente polígamas y levemente olorosas. Las brácteas de las flores femeninas son ampliamente ovadas, carnosas y adheridas al raquis. Las flores masculinas tienen dos estambres. Las flores femeninas tienen ovarios redondos, de tres a cuatro y rara vez cinco estigmas lanceoladas. Las espigas de fructificación son de 5-20 cm de largo. Las bayas son sésiles, globosas, rojas cuando maduras, negras cuando secas y de 0.3 – 0.6 cm de

diámetro. A diferencia de lo que sucede en otras especies, la producción es muy estable en un plazo relativamente corto. (OSORIO, 1996).

2.2.2 Propagación:

2.2.2.1 Reproducción Sexual

La propagación sexual no es muy utilizada y no es recomendable porque la futura plantación tendrá mucha variabilidad. Esta forma de reproducción casi no se practica en plantaciones comerciales, ya que la germinación y el desarrollo de las plántulas implican procesos muy largos y su producción es hasta los 7 años. En la reproducción sexual de la pimienta se da, además, segregación genética que puede causar la producción de plantas dioicas. (MAG, 1991)

2.2.2.2 Reproducción Asexual:

En la reproducción asexual, la más recomendable para esta especie es por esquejes (asexual), 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. Los esquejes deben mantenerse en lugares con 50 a 75% de sombra, con alta humedad relativa, e irrigarlos de acuerdo a las necesidades para mantenerlos húmedos. Los esquejes no deben tener hojas ni ramas y deben ser cortados en la base de un nudo, es conveniente ponerles algún fungicida. (MAG, 1991).

2.2.2.3 Reproducción en Vitro:

También se puede realizar la multiplicación in vitro de la pimienta a partir de embriones somáticos a partir de los cuales se regeneran las plantulitas (Joseph *et al*, 1996).

2.3 Requerimientos climáticos:

Los requerimientos climáticos para el cultivo de La Pimienta son los siguientes (MAG, 1991)

2.3.1 Altitud:

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. (MAG, 1991)

2.3.2 Temperatura:

La temperatura anual media optima varía entre 25 y 30· C y la humedad entre 60-93%. (MAG, 1991)

2.3.3 Precipitación:

Precipitaciones anuales entre 1,500 a 2,000 mm, bien distribuido durante el año, ya que no soporta periodos prolongados de sequía. (MAG, 1991)

2.3.4 Humedad Relativa:

Necesita de una humedad entre 60-93%. (MAG, 1991)

2.4 Requerimientos Edáficos:

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. (MAG, 1991)

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 pendientes, los camellones se deben orientar según curvas de nivel, a fin de evitar la erosión del terreno, la siembra se recomienda realizarla en el inicio de las lluvias (mayo-junio). (MAG, 1991)

2.5 Generalidades del cultivo:

La pimienta se siembra en 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 siembren en áreas con pendientes, los camellones se deben orientar según curvas de nivel, a fin de evitar la erosión del terreno. Las siembras se recomienda iniciarlas de acuerdo a las épocas lluviosas (mayo-junio). (MAG, 1991).

2.5.1 Plantación.

Al sembrar un campo de pimienta, se entierran estacas o tutores de más o menos 1.25 cm de largo, espaciadas 2 x 2 m ó 2,5 x 2,5 m entre una, a las cuales en su base se les pondrá el esqueje ya bien formada y seleccionado el cual se amarra con una guía de material vegetativo no muy apretado para que a la semana o quince días cuando el esqueje ya haya enraizado se le corta la misma para evitar así la pudrición y evitar enfermedades. En otros ocho a diez meses, las guías habrán crecido casi hasta la mitad de sus soportes y habrán empezado a florecer. Para obtener los mejores resultados, las primeras espigas se deben eliminar tan pronto como se formen. Las guías entran en producción, maduras, cuando tienen más o menos de cinco a seis años y continúan produciendo por otros diez a quince años. Son esenciales para esta planta la atención continua de los detalles tales como la poda y el atado de las guías a sus soportes y un apropiado manejo del suelo. (MAG, 1991)

2.5.2 Fertilización.

Se recomienda como primer paso, hacer un análisis de suelo para conocer las características del mismo y si es apto o no para el cultivo en base a los requerimientos nutricionales del mismo. La planta de pimienta ha mostrado respuesta a nitrógeno y potasio, mientras que la respuesta a fósforo es muy pequeña.

La mezcla nitrógeno, fósforo y potasio en proporción 12:5:14 ha dado buenos resultados, con adición de magnesio y los micronutrientes hierro, cobre, zinc, manganeso, boro, molibdeno, en aplicación foliar. (MAG, 1991)

Aunque los aportes nutricionales que requiere el cultivo, podrán variar de acuerdo al muestreo de suelo, a continuación se describe el plan de fertilización utilizado comercialmente, ya que hasta ahora el MAG está investigando al respecto.

Al momento de la siembra en el fondo del surco se aplican cuatro sacos (46 kg) por hectárea de la fórmula 10-30-10 ó 12-24-12. Durante el primer año de crecimiento, aplicar 50 gramos por planta de la fórmula 20-7-12-3-1,2 ó 18-5-15-6,2 cada tres meses (cuatro aplicaciones por año). En el segundo año se aplican 75 gramos por planta de la misma fórmula cada tres meses. Para plantas en producción se aplican cada tres meses 300-500 gramos de 28-7-12-3-1,2.

Se recomienda la aplicación de abonos foliares con elementos menores, los que no son reemplazados por los fertilizantes de suelo. (MAG, 1991).

2.5.3 Plagas

Vertebrados

Taltuzas, Orthogeomys, cherriei

Una de las principales plagas de este cultivo es la taltuza, la cual causa el volcamiento de los tutores, pero pueden combatirse con trampas. (MAG, 1991)

Invertebrados

Trophotylenchulus flavidensis Raski, es un endoparásito de la pimienta negra, descrito en Kerala, en la India (Monadas y Ramana, 1982).

Pterolophia annulata Chev. y *Diboma procera* Pasc, ambos coleópteros que atacan los cultivos comerciales de pimienta en la India (Dubey *et al*, 1976).

Nematodos

El principal nematodo que ataca la pimienta es *Meloidogyne*, aunque también se han encontrado los géneros *Radophulus*, *Pratylenchus* y *Helicotylenchus*. Sin embargo

actualmente no tiene importancia, aunque se sospeche que existe relación entre el ataque de *Meloidogine* y la presencia, de, *fusarium*, en la plantación.

Entre las especies de nemátodos más importantes que afectan al cultivo encontramos *Meloidogyne incognita* y *Rotylenchulus reniformis* Linford & Eliveira (Feraz y Sarna, 1981).

Para prevenir su ataque, la medida primordial a tomar es sembrar plantas provenientes de viveros libres de nematodos o desarrollados en bolsa cuyo suelo fue previamente desinfectado con un fumigante del suelo o con nematicidas.

2.5.4 Enfermedades y su combate

Las principales enfermedades de este cultivo son las que atacan la raíz. Las más importantes son las causadas por los hongos *Phytophthora*, *Rosellinia* y *Furasium*.

- Pudrición Radical *Fusarium solani*

Esta enfermedad es la principal y más común enfermedad que ataca a la pimienta.

La enfermedad se manifiesta como un amarillamiento del follaje, la caída prematura de las hojas, el secamiento de las ramas productivas, cuyos entrenudos se amarillean y se desprenden fácilmente y los frutos se corrugan; finalmente la planta muere. Si se efectúa un corte en el eje principal, cerca del nivel del suelo, se puede observar el oscurecimiento de los haces vasculares, los cuales se tornan café rojizos. (Feraz y Sama, 1981). Dentro de la especie *Fusarium solani* se ha descrito la forma especializada *Fusarium solani* f. *piperi* como el causante de la etiología o patología sobre la pimienta (Lopes et al, 1978). Desde hace tiempo se viene investigando para conseguir líneas de pimientos capaces de hacer frente a este patógeno. De este modo se está tratando de inducir resistencia en variedades de pimienta negra (Ando et al, 1980). Se ha encontrado relación entre el ataque del nematodo *Meloidogyne* y la presencia de *fusarium* en la plantación. (Lopes et al, 1978) Las mejores medidas

de combate contra esta enfermedad son las preventivas, pero en caso de plantas enfermas en la plantación, eliminarlas y aplicar preventivamente el fungicida Vitavax (3 g p.c/l).

- Pudrición radical *Phytophthora palmivora*

Han sido descritas algunas especies de *Phytophthora* sobre la pimienta pero casi en todos los casos la especie dominante, o la que mayoritariamente ha sido asociada a la patología, es *Phytophthora palmivora* (Nambiar *et al*, 1976; Turner, 1973; Halconero *et al*, 1972).

- Esta pudrición causa inicialmente al amarillamiento de las hojas, así como la aparición de manchas necróticas en ellas. Poco tiempo después la planta se seca, pero más rápidamente que cuando es *fusarium*, y causa la muerte en forma fulminante. Existen algunos estudios comparativos acerca de la gravedad de la patología provocada por ambos patógenos, *Phytophthora* y *Fusarium* (Oliveira y Pereira, 1983).
- En caso de necesidad, aplicar preventivamente en las raíces de las plantas sanas el fungicida fosetil (Aliette; 2,5 g p.c/l). (MAG, 1991).
- El tratamiento contra estas enfermedades radicales debe ser preventivo e iniciado desde la etapa de propagación, tanto en el medio de enraizamiento como del material, para lo que se usa un fumigante del suelo. En el corte de los esquejes se debe aplicar un fungicida protector y durante el transporte se debe procurar el menor daño posible en las raíces.
- El mejor combate de estas enfermedades en la plantación es el preventivo, mediante la ejecución de prácticas como (MAG;1991) :
 - promover un buen drenaje a la plantación,
 - evitar cubrir el cuello de las plantas con mulch,
 - evitar heridas en las raíces cuando se realizan las labores culturales; por eso se debe evitar el uso de machetes para realizar deshieras en las rodajas,

- hacer aplicaciones preventivas en la base de la planta, con productos como etridiazol, metalaxyl, u otro fungicida para el suelo, y alternarlos con otros productos como clorotalonil o mancozeb, dos aplicaciones por mes en las épocas más lluviosas. En las épocas más secas las aplicaciones se pueden realizar cada mes,
- dejar una cobertura en las entrecalles que favorecen la infiltración del agua y no permiten la escorrentía,
- prohibir el paso de personas o vehículos dentro de la plantación (construir caminos fuera de los lotes y cercar la plantación para evitar el paso de personas).
- construir puertas de entrada específicas donde se ubicará un puesto de desinfección de zapatos para el personal que penetre a la plantación,
- mantener muy limpia la rodaja.
- Ante la presencia de plantas enfermas, estas deben erradicarse de la plantación y desinfectar el suelo.
- *Rhizoctonia spp* provoca pudrición de los tallos sobre pimienta, durante la propagación por estaquillado (Mammootty *et al*, 1980).
- *Colletotrichum capsici*, *Cephaleuros virescens* y *Colletotrichum piperis*, han sido descritos o citados como patógenos en cultivos comerciales de pimienta en Malasia (Tiong – Kheng *et al*, 1981).
- En 1978 se describió sobre ese cultivo otra bacteriosis provocada por *Xanthomonas betelicola* Patel (Mathew *et al*, 1978).
- También se han descrito alguna virosis que afectan las plantaciones de pimienta a nivel comercial. Así tenemos, en el sureste de Asia, el virus del moteado amarillo de la pimienta (PYMV) (Lockhart *et al*, 1997; Lockhart *et al*, 1997).

2.6 Las Fitohormonas y su efecto en la planta:

Las *fitohormonas* o también llamadas hormonas vegetales son sustancias químicas producidas por algunas células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas vegetales son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas. Las fitohormonas se producen en pequeñas cantidades en tejidos vegetales, a diferencia de las hormonas animales, sintetizadas en glándulas. Pueden actuar en el propio tejido donde se generan o bien a largas distancias, mediante transporte a través de los vasos xilemáticos y floemáticos. Las hormonas vegetales controlan un gran número de sucesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación. Una fitohormona interviene en varios procesos, y del mismo modo todo proceso está regulado por la acción de varias fitohormonas. Se establecen fenómenos de antagonismo y balance hormonal que conducen a una regulación precisa de las funciones vegetales, lo que permite solucionar el problema de la ausencia de sistema nervioso. Las fitohormonas ejercen sus efectos mediante complejos mecanismos moleculares, que desembocan en cambios de la expresión génica, cambios en el cito esqueleto, regulación de las vías metabólicas y cambio de flujos iónicos. (Jordán y Casaretto 2002)

Las fitohormonas pueden promover o inhibir determinados procesos.

- Dentro de las que promueven una respuesta existen 4 grupos principales de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe fuertes propiedades de regulación del crecimiento en plantas. Se incluyen grupos principales: auxinas, giberelinas, citosinas y etileno.
- Dentro de las que inhiben: el ácido abscísico, los inhibidores, morfotinas y retardantes del crecimiento, Cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta. (Jordan y Casaretto 2002)

2.6.1 Grupo de las Auxinas:

El nombre auxina significa en griego crecer y es dado a un grupo de compuesto que estimulan la elongación de las células.

El ácido indolacético (AIA) es la forma natural predominante, actualmente se sabe que también son naturales. (Thinman 1977):

- El IBA (ácido indol butírico)
- El ácido feniácetico
- El ácido cuatro cloroindolacético.
- El ácido indolpropionico (IPA)

Existe gran cantidad de auxinas sintéticas siendo las más conocidas:

- ANA (ácido naftalenacético)
- IBA (ácido indobutirico)
- 2,4-D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético)
- NOA (ácido naftoxiacético)
- 2,4-DB (ácido 2,4 diclorofenoxibutilico)
- 2,4,5-T (ácido 2,4,5 triclórofenoxiacético)

2.6.1.1 Biosíntesis y traslado:

Aunque las auxinas se encuentran en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas, las cuales están en crecimiento activo, siendo este el sitio de síntesis. Su síntesis puede derivar el triptófano, que por trasaminación y descarboxilación da origen al AIA o de la triptamina por oxidación. Se le encuentra tanto como molécula libre que la forma activa o en formas conjugadas (con proteínas solubles), inactivas. La forma conjugada es la forma de transporte, de almacenamiento en semillas en reposo, y de evitar la oxidación por acción de la AIA oxidasa. Este proceso de conjugación parece ser reversible. (Normanly et al. 1977)

La concentración de auxina libre en plantas varía de 1 a 100 µg/kg peso fresco. En contraste, la concentración de auxina conjugada ha sido demostrada en ocasiones que sustancialmente más elevada.

Una característica sorprendente de la auxina es la fuerte polaridad en su transporte a través de la planta. La auxina es transportada por medio del parénquima que rodea a las haces vasculares, sin penetrar en los tubos cribosos. Su movimiento es lento y basipeto, alejándose desde el punto apical de la planta hacia su base, aun en la raíz, y requiere energía. Este flujo de auxina reprime el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, manteniendo de esta forma la dominación apical. El movimiento de la auxina fuera de la lámina foliar hacia la base del peciolo parece también prevenir la absorción. Las auxinas pueden asperjadas sobre las hojas, en concentraciones bajas, pueden ser absorbidas, penetran en los elementos cribosos, pero posteriormente se trasladan al parénquima vascular, las auxinas sintéticas, aplicadas en altas concentraciones se trasladan por el floema, junto a los foto asimilados. . (Thinman 1977)

2.6.1.2 Modo de acción

Existe acuerdo en que las auxinas actúan a nivel génico al des reprimir o reprimir la expresión de los genes. El AIA se liga a un receptor de naturaleza proteica, formando un complejo receptor-hormona de carácter reversible, específico con alta afinidad y saturable. Este complejo activa un promotor que controla la expresión de los genes que codifican la síntesis de las enzimas catalizadoras de los compuestos de la pared. El efecto inicial precisa de la hormona que subsecuentemente regula este arreglo diverso de eventos fisiológicos no es aun conocido. Durante la elongación celular inducida por la auxina se piensa que actúa por medio de un efecto rápido sobre el mecanismo de la bomba de protones. AT pasa en la membrana plasmática, y un efecto secundario mediado por la síntesis de enzimas. (Woodward y Bartel, 2005).

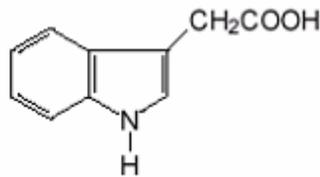
2.6.1.3 Efectos Fisiológicos

La acción fisiológica de las auxinas puede resumirse como (Woodward y Bartel,2005):

- Actúa en la mitosis
- Alargamiento celular
- Formación de raíces adventicias
- Dominación apical
- Regeneración del tejido vascular cuando está dañado
- Inhibición del crecimiento radical en concentraciones bajas.

2.6.1.4 Estructura básica de una auxina

ESTRUCTURA DE LAS AUXINAS



Ácido β-indolacético

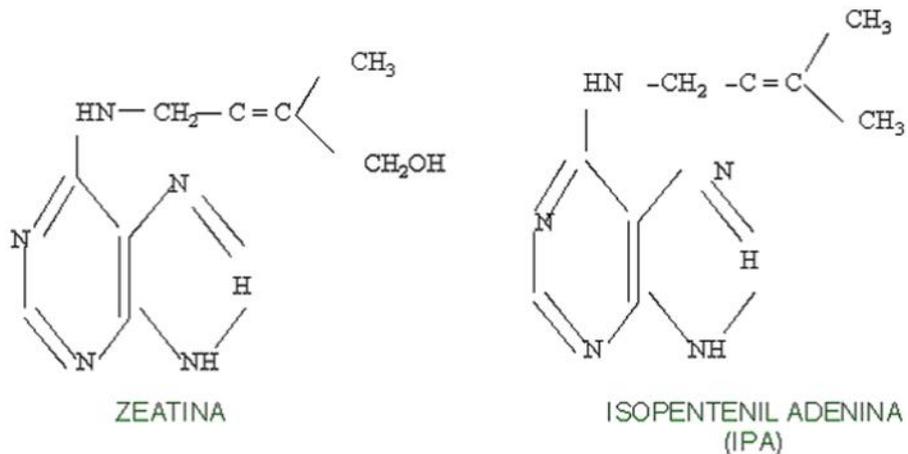
2.6.2 Grupo de las Citosinas

Las citosinas son hormonas vegetales naturales que derivan de adeninas sustituidas y que promueven la división celular en tejidos no meristemáticos. Inicialmente fueron llamadas cinetinas, sin embargo, debido al uso anterior del nombre para un grupo de compuestos de la fisiología animal, se adoptó el término citosina (citocinesis o división celular). Existen citosinas en musgos, algas cafés, rojas y en algunas Diatomeas. (Ljung 2005)

2.6.2.1 Estructura de las Citosinas

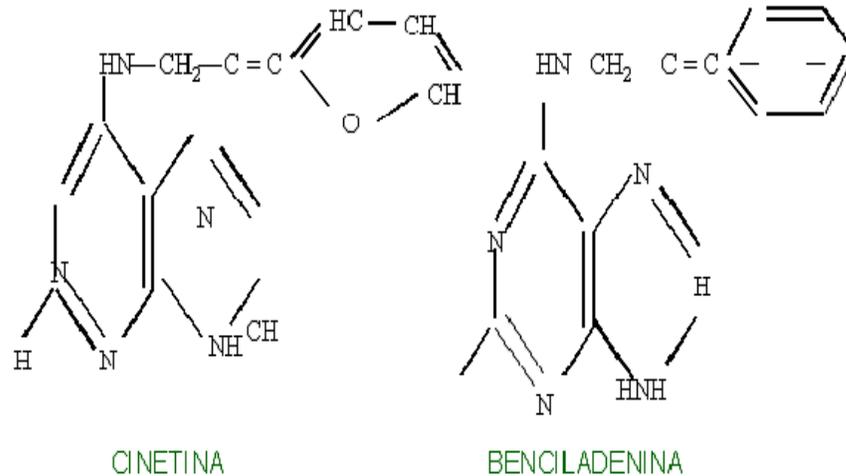
ESTRUCTURA DE LAS CITOCINAS

a. Citocina Naturales



b. Citosinas

Sintético



2.6.2.2 Biosíntesis y Traslado

Son producidas en los órganos en crecimiento y en meristemo de raíz. Se sintetizan a partir del isopentenil adenosina (derivado de la ruta del ácido mevalónico) que por pérdida de un fosfato, eliminación hidrolítica de la ribosa y oxidación de un proton origina la zeatina, es una citocinina natural que se encuentra en el maíz de allí su nombre.

Las citosinas se trasladan muy poco o nada en la planta, sin embargo se las identifica en el xilema (cuando se sintetizan en la raíz) y el floema. Sin embargo, cuando los compuestos se encuentran en las hojas son relativamente inmóviles. (Friml et al. 2003)

2.6.2.3 Modo de acción

Como derivan de una purina:

- Se unen a la cromatina del núcleo.
- Efecto promotor sobre el ARN y en las enzimas.
- Estimulan el estado de transición del estado G2 en la mitosis.
- Actúan en la traducción del ARN.

- Incrementan la rapidez de síntesis de proteínas

2.6.2.4 Efectos Fisiológicos

Entre estos se puede mencionar (Jenik y Barton 2005) :

- División celular y formación de órganos
- Desarrollo de yemas laterales
- Floración de plantas de días cortos.

2.7 Fitohormonas sintéticas:

Las fitohormonas naturales, a pesar de su fuerte actividad, no han encontrado aplicación agrícola para inducir efectos deseables en los cultivos debido a razones como (Jordán y Casareto 2002):

- razones económicas de síntesis del producto activo
- falta de métodos eficaces de aplicación en las plantas intactas
- Solamente las giberelinas se utilizan ampliamente en aplicaciones agrícolas.
- Se han desarrollado productos sintéticos, más económicos que las Fitohormonas naturales, que también presentan actividad fitorreguladora

Los principales usos de los fitorreguladores sintéticos son

- Inducir o inhibir la floración
- Fructificación y mejorar el desarrollo de los frutos
- Modificar la maduración de los frutos
- Favorecer la formación de raíces
- Prevenir la abscisión de órganos
- Provocar la abscisión de órganos
- Defoliación
- Aclarado de flores y frutos

- Inhibidores del desarrollo de órganos
- Retardadores del crecimiento
- Inhibidores del grillado de tubérculos y bulbos
- Inhibidores de la floración
- Inhibidores de brotes laterales

III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Definición del problema:

El cultivo de la pimienta negra a escala comercial en Guatemala no ha podido satisfacer la demanda, por su baja producción, porque requiere atenciones especiales por parte del productor, lo mismo que condiciones favorables de suelo y clima, para que reporte ganancias. Lo cual requiere de buenas prácticas agrícolas, desde su estadía en los propagadores hasta su traslado al campo definitivo.

La producción de pimienta negra en su estadía de esqueje en los propagadores sufren un 25 a 40% de muerte porque los sustratos o suelos utilizados no contienen los macro y micro elementos necesarios para el crecimiento normal de sus raíces, (FUNDAECO-MAGA, 2003) además de provocar un crecimiento heterogéneo de las mismas, lo que provoca tanto la muerte del esqueje como el aumento de tiempo, de traslado de los propagadores a las bolsas de vivero (que actualmente tarda de dos a cuatro meses y medio) y de bolsa de vivero a su vez el traslado definitivo a campo (alrededor de cinco a seis meses).

3.2 Justificación:

La obtención de esquejes con mejor sistema radicular ayudará tanto a que se disminuya el alto porcentaje de mortandad de los mismos como a evitar el tiempo de trasplante. Con esto se obtendrán mejores prendimientos de esquejes y de mejor calidad, con resultados más satisfactorios que ayuden a solucionar en parte los problemas de baja tecnología que tiene el cultivo, lo que ayudara a promover la siembra de pimienta negra (*Piper nigrum*) en esta zona del país, y así lograr que el pequeño productor tenga otra opción económico agrícola para trabajar, logrando un manejo sostenible de la biodiversidad, mediante la investigación científica.

La información relacionada con aspectos tecnológicos de especies de la familia piperácea en esta área del país, está en sus inicios, por lo tanto la generación de conocimiento es primordial para la Academia. A través de esta investigación se pretende obtener resultados científicos importantes mediante la experimentación, que

abran expectativas para que la pimienta sea una alternativa de cultivo viable en la región norte de Guatemala.

A través de la investigación del enraizamiento de esquejes, se pretende buscar la forma más eficaz del método agronómico en la reproducción de esta planta. Con la finalidad de establecer si el método de propagación a través del uso de enraizadores sintéticos, es más eficiente que el método por propagación tradicional. Se quiere lograr a través de este método la menor pérdida de esquejes de este cultivo.

Desde el punto de vista ecológico se puede justificar esta investigación, ya que al promover la siembra de pimienta negra (*Piper nigrum*), como alternativas de producción ayudara a no seguir con la tala inmoderada de la montañas del área y que luego las utilicen para la siembra de granos básicos.

Desde el punto de vista socioeconómico: la presente investigación podrá ofrecer como una alternativa de cultivo y como un sistema de producción en la región nor-oriental, lo cual puede constituir una fuente de ingresos económicos, con lo que se puede mejorar las condiciones socio-económicas de los agricultores de la región.

El aporte de los resultados que hará esta investigación ayudara a los productores del área nor-oriental a que cuenten con información y una base de datos que les permita guiarse y hacer las aplicaciones de enraizadores sintéticos para lograr un mejor desarrollo radicular de la pimienta y que le permitan aportar los nutrientes necesarios para tener un cultivo altamente rentable.

Al determinar el enraizador sintético más conveniente será un paso adelante porque disminuirá la perdidas y el tiempo que pasan los esquejes antes de su traslado de propagador a bolsa y campo definitivo lo cual hará crecer la rentabilidad del cultivo y los productores se verán motivados a aumentar sus áreas de siembra y que mas agricultores se dediquen a su cultivo y el aumento a sus ingresos familiares.

IV OBJETIVOS

4.1 General

- Evaluar el efecto de cuatro enraizadores sintéticos en la formación de raíces de esquejes de pimienta negra.

4.2 Específicos:

- Determinar el el efecto de los enraizadores sintéticos a evaluar, sobre la producción de raíces en esquejes de pimienta negra.
- Evaluar el efecto de los enraizadores sintéticos sobre el tiempo transcurrido entre aplicación y la obtención de plantas listas para ser trasladadas a campo definitivo.
- Establecer el enraizador que tenga el menor porcentaje de pérdidas de esquejes en los diferentes tratamientos a evaluar.
- Evaluar la viabilidad técnica y financiera de los tratamientos sintéticos, estableciendo el más conveniente desde ambas consideraciones.

V HIPÓTESIS

5.1 Alternativa:

- Al menos uno de los tratamientos ayudara a mejorar la cantidad de raíces en los esquejes.
- Al menos uno de los tratamientos reportara mayor cantidad y calidad en los sistemas radiculares.
- Por lo menos uno de los tratamientos evaluados ayudara a evitar la cantidad de muertes de esquejes en los propagadores.
- Por lo menos uno de los tratamientos evaluados presenta mejor rentabilidad.

VI METODOLOGIA

6.1 Localización del sitio experimental y descripción

La finca Frutales del Trópico donde se realizó el trabajo de campo, se encuentra ubicada en la Aldea Piedra Parada, Puerto Barrios, Izabal, en el Kilómetro 286 de la CA9 Interamericana.

Geográficamente esta finca

se encuentra ubicado dentro de las coordenadas 88°33'05" Longitud Oeste 15°39'25" Latitud Norte.

Según Holdrige (1975) el área donde se realizó la investigación se encuentra en la zona de vida Bosque muy Húmedo Tropical que se representa por el símbolo bmh-T

El clima predominante es cálido sub-tropical, húmedo, con una temperatura media de 27- 30° C, una precipitación media anual de 2500-3200 mm, y a una altura de 25 msnm, la finca se encuentra dentro de, Bosques Latifoliados y Bosques Secundario/Arbustal.

Los suelos están clasificados en la serie Chp (Champona) que se caracteriza por ser suelos profundos, sobre material no consolidado, tierras bajas del caribe, arcilloso/arenosos tienen un drenaje muy lento en algunas aéreas y en otras por ser arenosas muy rápidas, con pendientes de 0 - 4% de textura muy pesada, casi impermeables con peligro de erosión alta y fertilidad natural baja, con un espesor de 0.20 – 0.40 metros de profundidad (Simmons, 1,959).

6.2 Material experimental

La investigación se realizará en el cultivo de pimienta negra, a la que se aplicaran enraizadores sintéticos debidamente seleccionados.

6.2.1 Selección del material vegetal

Para la obtención del material vegetal se seleccionaron plantas madres, sanas y en pleno crecimiento vegetativo, de las cuales se seleccionaron debidamente los esquejes por su color tamaño y grosor.

6.2.2 Enraizadores Sintéticos a Utilizar

Se necesita conocer cuál es el enraizador con el mejor efecto para que la planta produzca más raíz y así poder bajar el porcentaje tan alto de mortandad de esquejes, reducir el tiempo en propagador y traslado a campo definitivo y la relación beneficio-costos de cada uno de los tratamientos. Los productos a evaluar son (ver características de cada uno en anexos):

- Radix al 35%TB, ingrediente activo ácido indol – 3 – butírico (AIB) inductor de las raíces en las plantas.
- Radifarm, es un complejo de extractos vegetales que contiene polisacáridos, glucósidos esteroides, aminoácidos, betaínas y está enriquecido con vitaminas específicas y micro elementos, estimula el alargamiento de las raíces laterales y la emisión de las raíces adventicias de las plantas favoreciendo, por lo tanto, la formación de un rico y anticipado aparato radical.
- Raizal, ingrediente activo nitrógeno, fosforo, potasio, magnesio, azufre, bioestimulantes, estimulan el crecimiento de la raíz.
- Rooting, ingrediente activo auxinas, vitaminas, fosforo, Es un complejo hormonal a base de un tipo especial de auxinas y cofactores químicos (elementos nutricionales como fósforo y vitaminas) que puede estimular la generación de nuevas raíces, además ramifica y vigoriza el sistema radicular de plantas ya establecidas.

6.3 Descripción de los tratamientos

Cuadro 1. Lista de cuatro enraizadores sintéticos a evaluar en esquejes de pimienta negra; en aldea Piedra Parada; Puerto Barrios, Izabal.

No.	DESCRIPCIÓN	CLAVE
1	30 ml de Radifarm en 5 litros de agua por tratamiento inmersión en su inicio, y aplicado al suelo a los 21, 42,63 días después de su siembra en el propagador.	Rp1
2	35 ml de Radix 35 % en 5 litros de agua por tratamiento inmersión a su inicio, y aplicaciones al suelo cada 21,42, 63 días de su siembra en el propagador.	Rp2
3	25 ml de Raixal en 5 litros de agua por tratamiento inmersión en su inicio y aplicaciones al suelo cada 15, 30, 45,60 días de su siembra en el propagador.	Rp3
4	20 ml de Rooting en 5 litros de agua por tratamiento inmersión en su inicio y aplicaciones al suelo cada 21, 42,63 días su siembra en el propagador.	Rp4
5	Testigo (sin aplicación de sintéticos)	Rp5

6.4 Diseño experimental

Se utilizó el diseño Bloques Completos al Azar, con cinco tratamientos y cinco repeticiones.

6.5 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = U + B_i + T_j + e_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk} = Características en estudio

U = Media

B_i = Efecto del bloque

T_j = Efecto del tratamiento

E_{ijk} = Error experimental

6.6 Unidad experimental

Área Bruta = 15 m²

Área Neta = 10.5 m²

Número de Unidades Experimentales = 25

Tamaño de Unidad Experimental = 10.5 m²

Cada unidad experimental consistió de 375 plantas como parcela bruta, y todas fueron usadas para la tabulación de dato, por lo que el total de plantas a utilizar fue de 9,375 esquejes. El propagador se hizo de madera de pino de 1 pulgada, con techo de nylon, un metro sobre el nivel del suelo, sus paredes o ventanas hechas de nylon comercial, constituido por un área de 10.5 metros cuadrados (1.5 metros de ancho por 7 metros de largo y cada tratamiento 1 metro de largo por 1.5 metros de ancho, y un grosor o espesor de 12 centímetros de suelo) y el distanciamiento

entre esquejes de 3 cm. y entre surcos 20 cm, lo cual nos da un densidad de población de 1,875 esquejes por tratamiento.

6.7 Manejo del experimento

6.7.1 Elaboración y Preparación del propagador:

El propagador se realizó de la manera artesanal como los hacen los agricultores del área con poste de madera y fondo de reglas de madera de pino de una pulgada, luego se tamizó el sustrato que ellos utilizan y coloco dentro del propagador, donde se le hace una aplicación de riego manual antes de la siembra de los esquejes de pimienta.

6.7.2 Manejo Agronómico del experimento

6.7.2.1 Riego

Dependiendo de la zona, durante la época seca y en casos de inviernos deficientes, es importante suministrar el volumen de agua requerido y/o complementario a la plantación.

El cultivo de pimienta demanda como mínimo una absorción de 1200 a 1800 mm. de agua bien distribuida durante todo el año, para cumplir satisfactoriamente con su función fisiológica y productiva.

Existen diferentes métodos para aplicar el riego al cultivo, pero están sujetos a factores determinantes que registren la adopción de uno u otro. Entre los principales tenemos:

En primer lugar, las posibilidades económicas del agricultor, que cuente o no con la existencia de infraestructura o acondicionamiento ya instalado para el riego.

Textura y topografía natural del terreno. Pluviometría anual de la zona. El sistema de riego que se utilizó para esta investigación es el manual porque no se contó con ningún sistema de riego, donde se podía conocer y aplicar lámina de agua a utilizar, horas de aplicación, para lo cual se usó un recipiente de plástico o metal de 5 litros, la

frecuencia del riego 3 veces por semana, 15 litros de agua en la semana, dos veces al día, por la mañana y por la tarde.

6.7.2.2 Aplicación de insecticidas para plagas del suelo

Se aplicaron 5 libras de insecticida Folidol en todo el desarrollo del experimento para evitar que las hormigas, zompopos, pudieran subir a donde se estaban sembrados los esquejes y provocarles daño.

6.7.2.3 Corte y Siembra de Esquejes:

Las plantas fueron seleccionadas un día antes el 04 de abril del 2008, día 05 fueron cortados para su debida siembra dentro del propagador.

6.7.2.4 Podas:

Las podas recomendadas en el cultivo de la pimienta son:

- **Poda de Formación** Consiste en eliminar el ápice del tallo ortótropo (punto de crecimiento) a partir del séptimo nudo. Luego del rebrote se dejan 3 tallos ortótropos, los que son amarrados al tutor. Después de la primera poda, a 50 ó 70 cm. se debe realizar la segunda poda, hasta que la planta llegue al final del tutor. Esta poda ayuda a la formación de los tallos plagiótropos (ramas fructíferas).(MAG,1991)

- **Poda Fitosanitaria.-** Es la eliminación de yemas, hojas y ramas secas que han cumplido su ciclo. Es importante realizar esta práctica cultural, ya que se pueden convertir en hospederos de insectos-plagas y enfermedades. (MAG;1991)

6.7.2.5 Aporque:

Consiste en aproximar, formar y apilar una cierta cantidad de tierra al pie de las plantas. En el cultivo de pimienta se recomienda realizarlo cada dos meses, ya que el viento, el riego, lluvias y el control manual de malezas ocasionan procesos erosivos del suelo y lesionan al sistema radicular. Si esta labor no se efectúa, se pueden presentar problemas de enfermedades fungosas y bacteriales en las raíces de las plantas. (MAG, 1991)

6.7.2.6 Control de malezas:

El daño ocasionado por las malezas en el desarrollo del cultivo puede ser grande, ya que estas compiten por espacio, agua, luz y nutrientes, también son hospederas de insectos-plagas y enfermedades. Por lo tanto, es importante mantener el cultivo libre de malezas, especialmente durante las primeras semanas después de la siembra y hasta que las plantas estén establecidas. El control de malezas se lo puede hacer mecánicamente o por medio de aplicación de productos químicos.(MAG,1991).

➤ Control manual o mecánico.

El control manual o mecánico de malezas se lo conoce también como deshierba manual, para el cual se puede utilizar el azadón, machete o con la mano (por ser pequeñas áreas las sembradas se recomiendan). Este control se lo debe realizar cada 20 o 25 días, se obtienen mejores resultados en la época de verano (sequía). En el año se pueden efectuar alrededor de 10 a 14 deshierbas. Hay que realizarlo con mucho cuidado, para no dañar las raíces, que son muy superficiales y susceptibles al ataque de enfermedades fungosas, que pueden ocasionar la muerte de las plantas. (MAG, 1991).

➤ **Control químico**

Para el control químico de las malezas, existen dos tipos de herbicidas, los de contacto y los sistémicos. Los primeros causan la muerte de las malezas por contacto exterior. Los otros son absorbidos por las malezas, causándole la muerte por translocación. También hay herbicidas selectivos y no selectivos. Los selectivos dañan solo a las malezas que se van a controlar; los no selectivos dañan toda la vegetación, incluido el cultivo. La aplicación de los herbicidas se la puede realizar en pre-emergencia y post-emergencia.

Se recomienda aplicar estos productos con pantalla, a una distancia de 20 a 40 cm. de la base de la planta. Si no se toman estas precauciones, se podría ocasionar la muerte de la planta por la acción de los herbicidas.(MAG, 1991)

6.7.2.7 Aplicación de fungicidas preventivos y/o curativos

Se efectuaron aplicaciones de Copradix en dosis de 25 ml por bomba de 15 litros para evitar el desarrollo hongos como Phytophthora, Rosellinia y Fusarium.

6.7.2.8 Aplicaciones de Foliar:

Se efectuaron dos aplicaciones de Bayfolan Forte en dosis de 25 ml por bomba de 15 litros 21 días después de la siembra y a los dos meses y medio de siembra.

6.7.2.9 Trasplantes:

El trasplante es recomendable realizarlo a inicios de la época lluviosa, aunque también se lo puede realizar en la época seca.

Antes que las plantas vayan a ser trasplantadas al sitio definitivo, los hoyos deben ser desinfectados con fungicidas y nematicidas como el carbofuran, el mismo que debe ser depositado en el fondo del hoyo, luego se lo cubre con una capa de suelo (menos de 1 cm.). También se recomienda utilizar de materia orgánica como humus de lombriz,

compost, estiércol de ganado o gallinaza bien descompuesta, el que debe ser mezclado con el suelo, para luego ser incorporado con la planta. (MAG, 1991)

6.7.2.10 Cosecha

La pimienta reproducida por estolones inicia su producción a partir de los 18 meses pero su producción comercial se inicia a partir del tercer año, alcanzando su plena capacidad entre el cuarto y el décimo año, prolongándose rentablemente bajo condiciones favorables de clima y cuidados de 15 a 25 años. (MAG, 1991)

La cosecha se la realiza manualmente cuando los frutos hayan alcanzado su madurez, esto es cuando presenten un color amarillento si es para pimienta negra, o cuando los granos presenten un color rojo intenso (75%), si es para pimienta blanca.

➤ Pimienta Negra:

Para obtener la pimienta negra los racimos deben presentar un 3 a 4% de madurez, o de 3 a 4 bayas de color rojo intenso. Para separar los granos del pedúnculo o raquis, se lo debe pasar por una trilla manual o mecánica, luego se los deja secar al sol (de dos o más días) en tendales o lonas; paulatinamente el grano se pone de color negro y el pericarpio se arruga, el rendimiento en relación al peso del fruto cosechado está en un rango del 35 a 40% del producto seco, es decir que si se cosechan 100 libras de pimientos verdes se van a obtener 35 a 40 libras de pimientos secos. Los pasos que se deben seguir para obtener la pimienta negra son (MAG; 1991):

- Recolección de frutos con 3 o 4 bayas de color rojo.
- Pasarlos por una trilla manual o mecánica para separar los granos y eliminar el pedúnculo.
- Secado al sol por dos días o más o bien introducirla en agua hirviendo por 1 minuto y luego su secado al sol.
- Venteado o limpieza.
- Ensacado.

➤ **Pimienta blanca:**

Para la obtención de la pimienta blanca, los racimos deben presentar un 60 a 75% de madurez de las bayas (color rojo intenso), para separar los granos del pedúnculo o raquis hay que pasarlos por una trilladora manual o mecánica, luego se los ensaca y se los coloca en una corriente renovada diariamente por un espacio de 5 a 14 días; en este proceso ocurre la eliminación de la cubierta de la semilla (pulpa o cáscara). Posteriormente se debe lavar con agua limpia y luego se ponen a secar al

sol en tendales, lonas o estufas. Mediante este proceso la semilla obtiene un color crema. El rendimiento promedio en relación al peso del fruto cosechado está en un rango de 25 a 30% de producto seco. Los pasos que se deben seguir para obtener la pimienta blanca son (MAG, 1991):

- Recolección de frutos maduros color rojo (60 a 75% de maduración).
- Pasarlos por una trilla manual o mecánica para separar los granos y eliminar el pedúnculo.
- Maceración y despulpado con cambio de agua diario.
- Lavado con agua en flujo
- Secado al sol por dos días o más.
- Venteado o limpieza.
- Ensacado.

6.8 Variables Respuesta

- **Raíces por planta.** Se efectuó el conteo manual de raíces de los esquejes seleccionados para conocer que producto evaluado, promueve mayor cantidad de raíces.
- **Enraizamiento de esquejes expresado en porcentajes:** se tomó el total de esquejes sembrados por tratamiento, se conoció el total de mortalidad y sobrevivencia de esquejes por tratamiento, y así se determinó el porcentaje de enraizamiento por producto evaluado.

- **Peso de raíz (g):** Se efectuó el peso de las raíces en gramos de cada producto evaluado y conocer los mejores resultados buscados en la investigación.
- **Longitud de raíz (cm):** Se efectuó la medición de longitud en centímetros de cada sintético y conocer el producto con mejores resultados.
- **Sobrevivencia de esquejes:** semanalmente se revisaban cada una de las aplicaciones con sintético y se retiraban los esquejes que habían muerto por diferentes causas.
- **Tiempo en propagador:** se revisaron los esquejes cada quince días y cuando el sesenta por ciento de los esquejes llenaban los requerimientos agronómicos buscados en la investigación de trasladaban a bolsa.
- **Rentabilidad:** Se determinó en base a la producción de esquejes y los costos de producción.

6.9 Análisis de la información

6.9.1 Análisis estadístico

Se realizó un Análisis de Varianza y en los casos donde lo amerito, al existir significancia estadística entre los tratamientos se procedió a realizar una prueba de medias, utilizando la Prueba de Tuckey.

6.9.2 Análisis económico

Se realizó un análisis de costo/beneficio, para determinar que tratamiento da mejor resultado desde el punto de vista económico.

VII RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de cuatro enraizadores sintéticos en esquejes de pimienta negra. Las variables evaluadas en los esquejes fueron: raíces por planta, enraizamiento de esquejes expresado en porcentajes, peso de raíz (g), longitud de raíz (cm), sobrevivencia de esquejes, sobrevivencia de esquejes, rentabilidad.

En la cada uno de los tratamientos y repeticiones, se evaluó cada una de las variables para poder determinar cuál de los cuatro sintéticos mejora agrónomicamente el esqueje y conocer el resultado de los mismos.

El trabajo de campo se realizó a diario con la irrigación manual de cada uno de los tratamientos, se evaluaban los esquejes cada quince días y cuando el sesenta por ciento tenían hojas verdaderas bien formadas, buen grosor de tallo y sin ningún daño visto, se trasladaban a bolsa y luego a campo definitivo.

Con la presentación de los resultados se conocerá el mejor sintético con base a las variables determinadas y los datos obtenidos en la presente investigación.

7.1 Raíces por planta.

Para la variable de raíces por planta, se contabilizaron los promedios de raíces por planta, y los resultados pueden observarse en la figura 1.

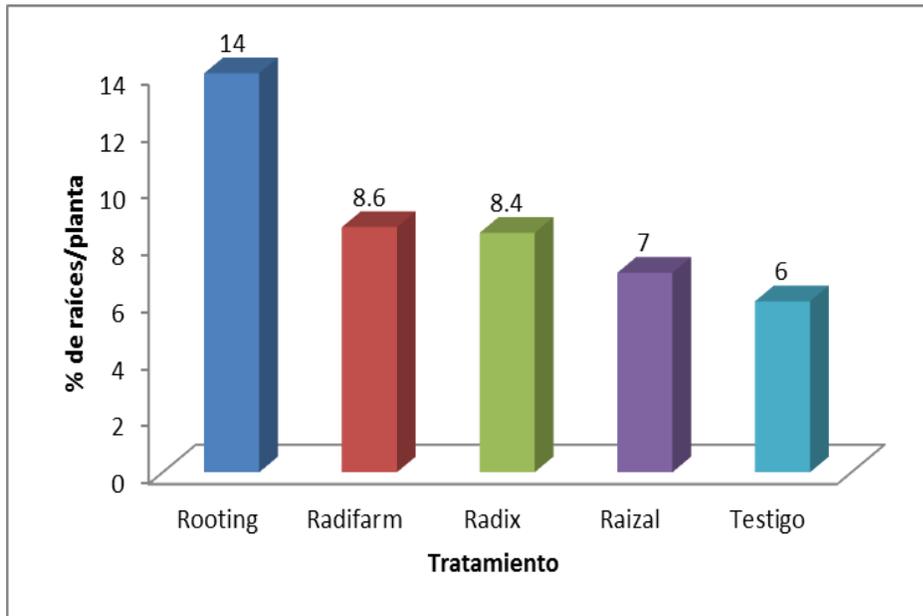


Figura 1. Promedio de raíces/planta por tratamiento.

Se procedió a realizar el análisis estadístico ANDEVA para el total de raíces por planta por tratamiento, reflejando los resultados que pueden observarse en el cuadro 2.

Cuadro 2. ANDEVA para el total de raíces por planta por tratamiento.

FV	GL	SC	CM	F	Ft 1%	5%
Tratamientos	4	191.600098	47.900024	5.1952*	4.43	2.87
Error	20	184.399902	9.219995			
Total	24	376.00000				

En el cuadro 2 se puede observar que existe diferencia significativa entre los tratamientos por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey, que se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados de la prueba de Tukey efectuados para la variable de raíces por planta en esquejes de pimienta negra, por tratamiento, con productos enraizadores, Puerto Barrios, Izabal.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	INTERPRETACION
Rooting	14.0000	A
Radifarm	8.60000	AB
Radix	8.40000	AB
Raizal	7.00000	B
Testigo	6.00000	B

En el cuadro tres se puede observar el resultado de la prueba Tukey, en donde se determina que el tratamiento más efectivo para la generación de raíces es en donde se aplicó el enraizador sintético Rooting. Los tratamientos Radifam y Radix no tienen diferencias significativas entre sí y el tratamiento Raizal no presenta diferencias comparado con el testigo

7.2 Enraizamiento de esquejes expresado en porcentajes:

Para la variable de enraizamiento de esquejes expresado en porcentajes, se contabilizaron los porcentajes de enraizamientos por planta, y los resultados pueden observarse en la figura 2.

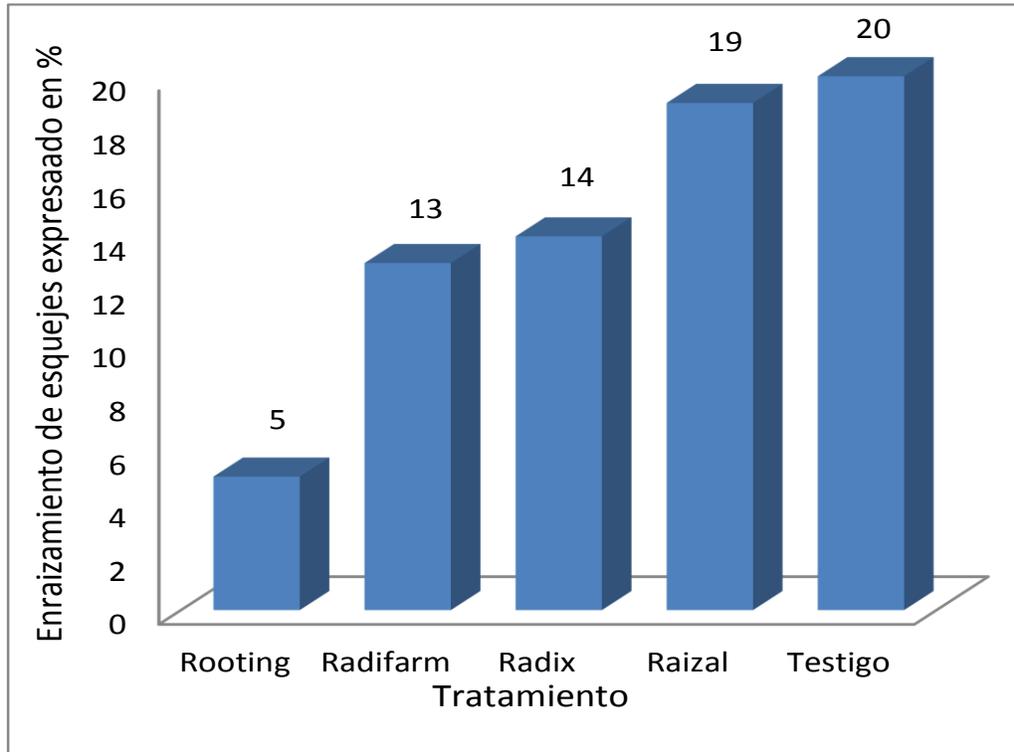


Figura 2. Enraizamiento de esquejes expresado en porcentajes por tratamiento.

Tomando en cuenta la variable de enraizamiento de esquejes expresado en porcentajes por planta por tratamiento, se realizó el análisis de varianza.

Cuadro 4. Resultados del análisis de varianza, para los totales de enraizamiento de esquejes expresado en porcentajes por tratamiento.

FV	GL	SC	CM	F
P>F				
TRATAMIENTOS	4	0.640137	0.160034	0.0048
ERROR	20	664.399902	33.219994	
TOTAL	24	665.040039		

C.V. = 40.3619 % Fuente: Datos tomados por el autor Año: 2009.

Cuadro 5 Resultados de la prueba de Tukey efectuados para la variable de enraizamiento de esquejes expresado en porcentajes esquejes de pimienta negra, por tratamiento, con productos enraizadores, Puerto Barrios, Izabal.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE MORTALIDAD (%)	INTERPRETACIÓN
Rooting	5	A
Raizal	13	B
Radix	14	B
Radifarm	19	C
Testigo	20	C

En el cuadro cinco se observa el resultado de la prueba de Tukey, se analizó la sobrevivencia y mortalidad de esquejes expresado en porcentaje, en donde el tratamiento con aplicación de Rooting tiene el menor porcentaje de mortalidad de los 1,875 esquejes evaluados, existiendo una diferencia significativa en comparación con

los demás tratamientos, Raizal da un porcentaje aceptable pero su tiempo en propagador es de 165 días resultado que esta fuera del rango de la investigación, igualmente el tratamiento con aplicación de Radix, sus días en propagador son 150, igualmente los demás tratamiento y el testigo.

7.3 Peso de raíz (g)

Se efectuó el pesado de una por una de las raíces (g) de los tratamientos de los cuales dieron los siguientes resultados.

Tomando en cuenta el peso de raíz (g) por tratamiento evaluado, así como sus respectivas repeticiones, se realizó el análisis de varianza.

Cuadro 6. Resultados del análisis de varianza del peso de raíz (g) por tratamiento.

FV	GL	SC	CM	F	S 0.05%	Ft1%
						5%
Tratamientos	4	3.001255	0.750314	5.7710*	0.003	4.4
Error	20	2.600277	0.130014			2.8
Total	24	5.601532				

C.V. = 48.6211 % Fuente: Datos tomados por el autor Año: 2009

El cuadro seis permite observar los resultados obtenidos al realizar el análisis estadístico, en donde se ve que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro 7. Resultados Prueba de Tukey para la variable peso de raíz (g) por tratamiento en esquejes de pimienta negra, con productos enraizadores en Puerto Barrios, Izabal .

TRATAMIENTO	PESO DE RAIZ EN GRAMOS	INTERPRETACION
Rooting	1.4200	A
Radifarm	0.6980	B
Radix	0.5600	B
Raizal	0.5500	B
Testigo	0.4800	B

En el cuadro 7 se observa el resultado de la Prueba de Tukey en donde el mejor tratamiento para el uso de los esquejes en peso de raíz (g) es el cuatro, al cual se le aplico el sintético Rooting con el cual se obtuvo un peso de raíz de 1.4200 gramos lo que ayuda a tener mejores esquejes y por tener una mejora en cantidad de raíces por esqueje, mientras el tratamiento con aplicación de Radifarm muestra una mejoría en peso en comparación con los demás tratamientos, y los demás tratamientos incluyendo el testigo no mostraron una mejora en su peso y mantienen los resultados no deseados en esta investigación, los demás tratamientos pueden ser usados pero darán un retraso considerable en su desarrollo y vigorosidad de los esquejes para su cultivo y comercialización.

7.4 Longitud de raíz (cm)

Se tomó la longitud de raíces (cm), por tratamiento y repeticiones, y se realizó la siguiente ANDEVA de esta variable, como se observa en el cuadro siguiente.

Cuadro 8. Resultados del análisis de varianza de longitud de raíces (cm) por tratamiento.

FV	GL	SC	CM	F	S 0.05%
Tratamientos	4	108.960083	27.240021	18.4054	0.0000
Error	20	29.599976	1.47999		
Total	24	138.560059			

C.V. = 17.9963 % Fuente: Datos tomados por el autor Año: 2009

Como se puede observar en el cuadro ocho, existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro 9. Resultados Prueba de Tukey para la variable longitud de raíz (cm) por tratamiento en esquejes de pimienta negra, con productos enraizadores en Puerto Barrios, Izabal .

TRATAMIENTO	LONGITUD DE RAIZ (cm)	INTERPRETACIÓN
Rooting	10.8	A
Radix	6.57	B
Raizal	6.05	BC
Radifarm	5.2	C
Testigo	5.0	CD

En el cuadro 9 se observa el resultado de la prueba de Tukey, donde la mejor longitud de raíz es al que se le aplicó el tratamiento con sintético Rooting, mostrando una mejoría notable en comparación con los demás tratamientos, que no alcanzan la longitud deseada para el mejor desarrollo del esqueje y no mejoran los aspectos agronómicos buscados en la investigación.

7.5 Tiempo en propagador.

Para la variable de tiempo en propagador, se revisaron los esquejes cada quince días y cuando el sesenta por ciento tenían hojas verdaderas bien formadas, buen grosor de tallo y sin ningún daño visto, se trasladaban a bolsa y luego a campo definitivo, los resultados pueden observarse en la figura 3.

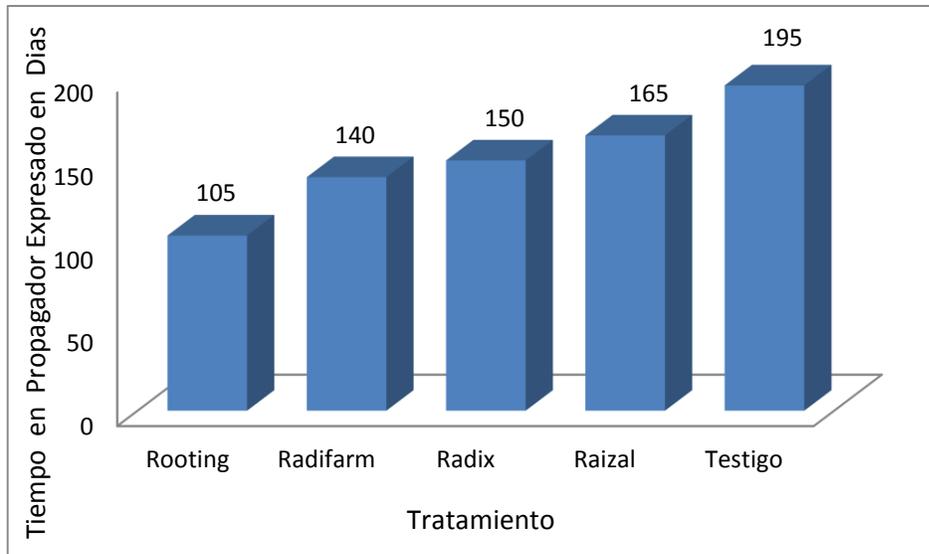


Figura 3. Tiempo en propagador en días por tratamiento.

Cuadro 10 Tomando en cuenta el tiempo en propagador por tratamiento evaluado, así como sus respectivas repeticiones, se realizó el análisis de varianza.

	FV	GL	SC	CM
F	P>F			
Tratamientos		4	1.437500	0.359375
0.0106	0.999			
Error		20	677.187500	33.859375
Total		24	678.625000	

C.V. = 4.0097 % Fuente: Datos tomados por el autor Año: 2009

Como podemos observar en el cuadro 10 permite ver los siguientes resultados obtenidos al realizar el análisis estadístico, en donde se ve que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro 11 Resultados Prueba de Tukey para la variable tiempo en propagador por tratamiento en esquejes de pimienta negra, con productos enraizadores en Puerto Barrios, Izabal.

TRATAMIENTO	TIEMPO DE ESQUEJE EN PROPAGADOR (días)	INTERPRETACIÓN
Rooting	105	A
Radifarm	140	B
Radix	150	BC
Raizal	165	C
Testigo	195	D

En el cuadro 11 se observa el resultado de la prueba de Tukey, donde el tratamiento con aplicación de Rooting es el sintético con los resultados buscados en la investigación con menos días en el propagador, los tratamientos como el Radifarm y Radix muestran una mejoría pero no satisfacen las necesidades del agricultor al tratar de tener menos días los esquejes en el propagador, el tratamiento con aplicación de Raizal esta fuera de los resultados investigados, quedándose cerca de los datos mostrados por el testigo.

7.6 Supervivencia de esqujes

Se efectuó el conteo de supervivencia de esqujes, por tratamiento y repeticiones, y se realizó la siguiente ANDEVA de esta variable, como se observa en el cuadro siguiente.

Cuadro 12. Resultados del análisis de varianza de supervivencia por tratamiento.

FV		GL	SC	CM
F	P>F			
TRATAMIENTOS	4	5776.000000	1444.000000	0.1032
	0.977			
ERROR		20	279740.000000	13987.000000
TOTAL		24	285516.000000	

C.V. = 7.3852 % Fuente: Datos tomados por el autor Año: 2009

Como podemos observar en el cuadro 12 permite ver los siguientes resultados obtenidos al realizar el análisis estadístico, en donde se ve que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro 13. Resultados Prueba de Tukey para la variable sobrevivencia por tratamiento en esquejes de pimienta negra, con productos enraizadores en Puerto Barrios, Izabal.

TRATAMIENTO	SOBREVIVENCIA DE ESQUEJES	INTERPRETACIÓN
Rooting	1781	A
Raizal	1632	B
Radix	1613	B
Radifarm	1519	C
Testigo	1500	C

En el cuadro 13 se observa el resultado de la prueba de Tukey, los tratamientos con aplicaciones Raizal y Radiz tienen una cantidad de esquejes aceptable en sobrevivencia, pero se tiene que tomar en cuenta la cantidad de días que pasaron en propagador cada uno, para conocer si están dentro de los resultados buscados, el tratamiento con aplicación de Rooting muestra la mejor sobrevivencia de esquejes, y los días que paso en propagador están dentro de lo admisible para lo cual se realizó la investigación, los demás tramientos están fuera de los parámetros buscados por la cantidad de días que pasan en el propagador lo cual influye en el costo de mantenimiento de los esquejes en el propagador.

7.7 Análisis Económico

Previo al análisis económico y su rentabilidad, se determinó el costo de producción de los esquejes de pimienta negra, tomando en cuenta los resultados utilizados para la producción bajo propagador, se elaboró uno de 10.5 metros cuadrados (1.5 metros de ancho por 7 metros de largo), en los anexos (pag. 35 – 40) se encontraran cada uno de los cuadros de costos por sintéticos.

Es importante mencionar que el cálculo del costo del nylon, se realizo tomando en cuenta el costo del nylon y su tiempo de vida (1.5 años, dependiendo de la intensidad del invierno), el cual se dividió entre el tiempo utilizado para la producción de esquejes de pimienta negra dentro del propagador (4-6 meses). De similar manera, el cálculo del costo de los recursos utilizados para la construcción del propagador, se realizo tomando en cuenta el costo total de estos recursos y su tiempo de vida (1.5 años, dependiendo de la intensidad del invierno), el cual se dividió entre el tiempo utilizado para la producción de esquejes de pimienta negra (4-6 meses).

Tomando en cuenta tanto el número de plantas enraizadas en cada uno de los tratamientos, se conoció la rentabilidad de cada uno de los tratamientos, el precio de venta de los esquejes por parte de los viveristas de la región es de Q.5.00, de la planta en bolsa, mientras que los esquejes a un precio de Q.0.25 por cada uno, y es el precio en que se obtuvieron los esquejes para la presente investigación. Como se observa en el cuadro siguiente:

Cuadro 14. Resultados del Análisis Económico por tratamiento, con productos enraizadores en Puerto Barrios, Izabal.

Tratamiento	Esquejes sobrevivientes para su venta	Precio de venta al público del esqueje	Ingreso por venta de esqueje	Costo de producción por tratamiento	Ingreso Económico	% Rentabilidad
Radifar	1519	Q.5.00	Q.7,595.00	Q.2,149.13	Q.5,445.87	97.5%
Radix	1613	Q.5.00	Q.8,065.00	Q.2,094.13	Q.5,970.37	97.1%
Raizal	1632	Q.5.00	Q.8,160.00	Q.2,011.62	Q.6,148.38	97.0%
Rooting	1781	Q.5.00	Q.8,905.00	Q.2,303.13	Q.6,601.87	97.1%
Testigo	1500	Q.5.00	Q.7,500.00	Q.1,819.13	Q.5,608.87	96.9%

La aplicación de estimulantes sintéticos ayuda a obtener una mayor producción de esquejes sobrevivientes en el propagador en comparación con el testigo, pero los precios en el mercado de los sintéticos son altos, y no permiten tener acceso a ellos a muchos agricultores, por lo tanto ayudan a obtener una mejor ganancia al productor y eso compensa su inversión.

Como podemos observar en el cuadro catorce la rentabilidad (%) es similar en todos los tratamientos, no así en el testigo sin aplicación, pero se debe tomar en cuenta la cantidad de días que pasaron los esquejes en el propagador y su desarrollo vegetativo, lo cual hace ver que la ganancia en comparación con los demás tratamientos sea poco en su margen de ingreso, lo cual debe ser un dato que se debe tomar en cuenta al momento de tomar una decisión de cual sintético utilizar para la mejora de los esquejes y mejorar sus ingresos económicos.

La aplicación de estimulante Rooting mejoró la cantidad de esquejes sobrevivientes y todos los aspectos vegetativos de los esquejes, lo cual da como resultado un mejor ingreso económico, una mejor ganancia, que se obtendrá con base a lo invertido, y su tiempo en días en el propagador es menor en comparación con los demás tratamientos.

El tratamiento con aplicación de Raizal mostro un ingreso económico bueno pero en propagador duro 165 días lo cual incrementa los costos de mantenimientos, su sobrevivencia es baja, y el precio del sintético en el mercado también es bajo, por lo cual mostro esos mejoría en sus datos económicos.

Tratamiento con aplicación de Radix, su precio en el mercado es alto y los días que está en el propagador son 150 los cuales también incrementan los costos de mantenimiento y no mostro los resultados buscados en la presente investigación.

El testigo sin aplicación de estimulante, se ve mejor en su rentabilidad en comparación con el tratamiento con aplicación de sintético Radifarm, pero los días que el testigo pasa en el propagador son 195 lo que no es productivo para el agricultor, lo cual demuestra que es necesario la implementación de sintéticos para obtener mejores resultados en la producción de esquejes.

VIII CONCLUSIONES

1. Bajo las condiciones en que se realizó la presente investigación se determinó que el tratamiento que produjo más raíces por esqueje fue donde se aplicó Rooting (tratamiento 4), aunque las diferencias con los tratamientos 1 y 2 no fueron estadísticamente significativas.
2. El tratamiento 4 donde se aplicó Rooting, fue el tratamiento que produjo esquejes en condiciones óptimas para ser trasladados a campo definitivo en el menor tiempo; es decir, con menor tiempo en la etapa de vivero y/o propagador. De la misma manera este tratamiento fue el que presentó la mayor sobrevivencia de plantas, o sea el menor porcentaje de mortalidad de plantas enraizadas en el propagador.
3. En cuanto a las variables económicas se determinó que el tratamiento con Rooting fue el que dio mayor rentabilidad comparado con el resto de tratamientos.

IX RECOMENDACIONES

1. Evaluar otras dosis, diferentes reguladores de crecimiento y métodos de aplicación, para generar mejores alternativas que permitan optimizar la producción de esquejes de pimienta negra para uso comercial y agrícola.
2. Para futuras investigaciones hacer estudios con base a mejoramientos en sustratos, cuando no se cuente con los medios económicos para la compra de enraizadores sintéticos, y poder utilizar también este método para el mejoramiento de la producción de esquejes de pimienta negra.
3. Se recomienda emplear el tratamiento 4 en el que se utilizó el sintético Rooting para los mejores logros agronómicos y comerciales de los esquejes de pimienta negra, pero antes se debe conocer el precio del sintético en el mercado.

X BIBLIOGRAFIA

- Agrios, G. N. (1,988) Fitopatología. VIII Edición. México. Limusa. P. 185-210
- Alfaud, Nicholis, Manual de Agricultura Tropical, Segunda Edicion, Turrialba-Costa Rica.
- Aranda, T. Taylor, 1992, Pautas para el Cultivo de la Pimienta. Informe Tecnico No.19. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, Lima- Peru
- Gudiel V. 1987 Manual Agrícola SUPERB. Productos Superb. VI Edición. Guatemala. P 235 – 238.
- Cronqjost, E 1985. Taxonomía de las Plantas, México. III Edición P.815-835.
- Euroresidentes Alimentos y Especies 2007.
www.euroresidentes.com/Alimentos/especies/pimienta.htm
- Infojardin-Fichas 2008
fichas.infojardin.com//piper-nigrum-pimienta-negra-pimentero-arbol-pimienta.
- Infoagro. Plantas aromática 2007
www.infoagro.com/aromaticas/pimienta.htm
- Viotonica, Alimentos 2008
www.viotonica.com/alimentos.
- Mag, (1,991) Aspectos Técnicos de 45 cultivos Agrícolas de Costa Rica, P. 61-72.

- Manual de la Pimienta Negra Proyecto Mesoamericano 2007 P. 23-85

- www.proyectopromes.org/userfiles/file/FolletosJICA/PimientaBaja20Inversion.pdf
-
- VIFINEX. (2000) Manual Técnico. Manejo de Plagas en Plantas Ornamentales y Follajes P. 29-48.
-
- 1994 Manual de Pimienta Negra. Proyecto 518-0019. USAID – ANDE - FEDEXPOR

XI ANEXOS

DESCRIPCIÓN RODUCTOS ENRAIZAIZADORES SINTÉTICOS UTILIZADOS:

8.1 RADIX 35% TB:

Es un producto líquido soluble y que también viene en presentación de tabletas, que contiene como ingrediente activo Acido Indol-3-Butirico (AIB) auxina sintética idónea para estimular el desarrollo de las raíces, la cual, incrementa la rapidez de crecimiento de raíces nuevas y la formación de raíces secundarias, aumentando la zona de explanación radical, acelera el re-establecimiento y readaptación de las plantas producidas o esquejes, reduce el número de replantes para sustituir plantas o esquejes faltantes por problema de enraizado, disminuyendo el trasplante casi totalmente, promueve mayor anclaje radical, evitando el acamamiento, induce una mayor uniformidad en el crecimiento y desarrollo general del cultivo, mejorando la permeabilidad de las paredes celulares y por lo tanto la absorción de agua y los elementos nutritivos que ayudarán a un mejor desarrollo de la planta. Su forma de aplicación varía dependiendo el tipo de cultivo a el que se le aplicara, se puede hacer por inmersión o por aspersión; en este ensayo se aplicaran se aplicaran dosis de 35 ml, en tres galones de agua, la inmersión de los esquejes se efectuó antes de su siembra, a los veinte y un días de sembrado se efectuó una aplicación al suelo alrededor del esqueje con una dosis de seis cc por esqueje alrededor, estas aplicaciones se efectuaron cuando ya el esqueje tiene formada sus raíces propias, y el Radix 35% TB se puede mezclar con los fungicidas, plaguicidas a utilizar. El ácido indolbutirico está aprobado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para así poder exportar los productos a los que se les fuera aplicado el Radix 35%. A pesar de no ser tóxico para los seres vivos se recomienda utilizar siempre las medidas de seguridad para el ser humano como el medio ambiente

8.2 RADIFARM.

Es un fertilizante radicular líquido soluble y existen presentaciones en polvo, su composición química es la siguiente: Aminoácidos libres (arginina, asparagina, triptofano) 1.24%, polisacáridos 8.71%, glucosidos esteroideos 0.25%, proteínas 13.70%, péptidos polipéptidos 0.25%, Hierro (Fe), complejo vitamínico (B1, B6, H, PP) 0.5% Materia Orgánica 37.35%, ingredientes inertes 38.20 %. Es un fertilizante bio-estimulante del aparato radical, compuesto por extractos vegetales que estimula el alargamiento de las raíces laterales y la emisión de las raíces adventicias de las plantas, favoreciendo de esta manera la formación de un sistema radicular bien desarrollado; el Triptofano es el precursor del ácido indolacético, auxina que estimula la proliferación de las raíces. Además permite obtener el total enraizamiento de las plantas y sobre todo una rápida recuperación de la planta, aun en condiciones de temperatura y humedad desfavorables. Las plantas tratadas con Radifarm inician la absorción de agua y elementos rápidamente, por lo que resulta anticipada la actividad fotosintética y el ciclo del cultivo, minimiza la cantidad de replantas por problemas de enraizamiento. Se aplicaron en dosis de 30 ml en 3 galones de agua en los ensayos respectivos, o bien sumergir los mismos antes de su siembra, y también se efectuaron aplicaciones a los 21 días de sembrado cuando el esqueje tiene ya sus raíces propias de cinco ml alrededor de los esquejes. Es un producto que fue aprobado para su uso, comercialización y exportación por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), y también puede ser mezclado conjuntamente con los plaguicidas y fungicidas propios para el uso en el tratamiento de los esquejes.

8.3 RAIXAL:

Es un producto que viene en presentación líquida, es un bio-estimulante radicular, compuesto de auxinas, esteroides, auxinas, asparnarginas, polipéptidos, ácido indolbutírico, , usado para promover la formación de raíces en las plantas y para generar nuevas raíces en esquejes y nuevos sembradíos. El Raixal acelera el crecimiento de la raíz lateral y ayuda a la planta a tener un mejor anclaje, lo cual

ayuda a que la planta se recupere luego y sea más tolerante a cualquier factor climático que le puede afectar en su estadio dentro del propagador. A sido utilizada en tomate, chile, helechos, sandia. Su aplicación varía dependiendo del cultivo, para los esquejes de pimienta negra utilizaremos dosis de 25 ml en 3 galones de agua en los respectivos ensayos, se efectuó una inmersión al momento de su siembra, y a los 21 días cuando las raíces del esqueje ya se están formando se efectuó una aplicación de seis cc directamente al suelo a un costado del mismo, es un producto que puede ser mezclado con los plaguicidas y fungicidas que en su momento se estén utilizando. Es un producto autorizado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos.

8.4 ROOTING:

Es un regulador de crecimiento-bioestimulante radicular, que contiene auxinas, vitaminas, citosinas y fósforo asimilable, su composición química está formada por extractos de origen vegetal, fósforo asimilable, vitaminas biológicamente activas, que mejoran la formación de nuevas raíces en los esquejes o cultivos a aplicar, con la formación de nuevas raíces inicia pronto la absorción de agua e inicia más rápidamente la actividad fotosintética de la planta, minimiza la cantidad de pérdidas de los esquejes o plantas, las dosis de aplicación varían de acuerdo a los cultivos a tratar, en el ensayo de los esquejes de pimienta negra (*Piper nigrum*) utilizaremos 20 ml por 3 galones de agua aplicados al suelo sumergiendo los esquejes antes de su sembrado, cuando ya tengan veinte y un día de sembrado y el esqueje ya tenga sus propias raíces se hará una aplicación al suelo de seis ml a su alrededor. Rooting es compatible con los fungicidas y plaguicidas aplicados en el momento. El Rooting está avalado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos para el uso de los mismos en productos de exportación hacia ese país.

Cuadro 15 Análisis de rentabilidad producto sintético Radifarm

RADIFARM				
RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTOS DIRECTOS				Q.1,953.75
Preparación de terreno	Jornal	1	50	50
Esquejes	Unidad	1,875	0.25	468.75
Desinfección de Esquejes	Litro	1	45	45
Desinfección Esquejes	Jornal	1	50	50
Aplicación de Sintético	Jornal	3	50	150
Aplicación de Bayfolan Forte	Jornal	1	50	100
Aplicación de Folydol	Jornal	1	50	100
Control de Malezas	Jornal	7	50	350
Control de Insectos	Jornal	2	50	100
Copradix	Litro	2	50	100
Bayfolan Forte	Litro	2	65	130
Folydol	Libra	2	5	10
Radifarm	Litro	1	300	300
COSTOS INDIRECTOS				195.38
Imprevistos 10%				
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION				Q.2,149.12

Cuadro 16 Análisis de rentabilidad producto sintético Raizal

RAIZAL				
RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTOS DIRECTOS				1,828.75
Preparación de terreno	Jornal	1	50	50
Esquejes	Unidad	1,875	0.25	468.75
Desinfección de Esquejes	Litro	1	45	45
Desinfección	Jornal	1	50	50
Aplicación de Sintético	Jornal	3	50	150
Aplicación de Bayfolan Forte	Jornal	1	50	100
Aplicación de Folydol	Jornal	1	50	100
Control de Malezas	Jornal	8	50	400
Control de Insectos	Jornal	2	50	100
Copradix	Litro	2	50	100
Bayfolan Forte	Litro	2	65	130
Folydol	Libra	2	5	10
Raizal	Litro	1	125	125
COSTOS INDIRECTOS				182.87
Imprevistos 10%				
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION				Q.2,011.62

Cuadro 17 Análisis de rentabilidad producto sintético Rooting

ROOTING				
RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTOS DIRECTOS				2,093.75
Preparación de terreno	Jornal	1	50	50
Esquejes	Unidad	1,875	0.25	468.75
Desinfección de Esquejes	Litro	1	45	45
Desinfección	Jornal	1	50	50
Aplicación de Sintético	Jornal	1	50	50
Aplicación de Bayfolan Forte	Jornal	1	50	100
Aplicación de Folydol	Jornal	1	50	100
Control de Malezas	Jornal	5	50	250
Control de Insectos	Jornal	2	50	100
Copradix	Litro	2	50	100
Bayfolan Forte	Litro	2	65	130
Folydol	Libra	2	5	10
Rooting	Litro	1	640	640
COSTOS INDIRECTOS				209.38
Imprevistos 10%				
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION				Q.2,303.13

Cuadro 18 Análisis de rentabilidad producto sintético Radix

RADIX				
RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTOS DIRECTOS				1,903.75
Preparación de terreno	Jornal	1	50	50
Esquejes	Unidad	1,875	0.25	468.75
Desinfección de Esquejes	Litro	1	45	45
Desinfección	Jornal	1	50	50
Aplicación de Sintético	Jornal	1	50	50
Aplicación de Bayfolan Forte	Jornal	1	50	100
Aplicación de Folydol	Jornal	2	50	100
Control de Malezas	Jornal	7	50	350
Control de Insectos	Jornal	2	50	100
Copradix	Litro	2	50	100
Bayfolan Forte	Litro	2	65	130
Folydol	Libra	2	5	10
Radix	Litro	1	375	300
COSTOS INDIRECTOS				190.38
Imprevistos 10%				
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION				Q.2,094.13

Cuadro 19 Análisis de rentabilidad testigo

TESTIGO				
RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTOS DIRECTOS				1,653.75
Preparación de terreno	Jornal	1	50	50
Esquejes	Unidad	1,875	0.25	468.75
Desinfección de Esquejes	Litro	1	45	45
Desinfección	Jornal	1	50	50
Aplicación de Sintético	Jornal	1	50	50
Aplicación de Bayfolan Forte	Jornal	1	50	100
Aplicación de Folydol	Jornal	1	50	100
Control de Malezas	Jornal	9	50	450
Control de Insectos	Jornal	1	50	100
Copradix	Litro	2	50	100
Bayfolan Forte	Litro	2	65	130
Folydol	Libra	2	5	10
Testigo				
COSTOS INDIRECTOS				165.38
Imprevistos 10%				126
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION				1,819.13

CUADRO 20 DISTRIBUCION DE LOS BLOQUES Y TRATAMIENTOS

BLOQUE. 1

Rp1	Rp3	Rp2	Rp5	Rp4
-----	-----	-----	-----	-----

BLOQUE. 2

Rp5	Rp1	Rp3	Rp2	Rp49
-----	-----	-----	-----	------

BLOQUE. 3

Rp3	Rp2	Rp5	Rp1	Rp5
-----	-----	-----	-----	-----

BLOQUE. 4

Rp2	Rp5	Rp3	Rp4	Rp1
-----	-----	-----	-----	-----

BLOQUE. 5

Rp4	Rp2	Rp5	Rp1	Rp3
-----	-----	-----	-----	-----