

EVALUACIÓN DE LOS EXTRACTOS DE NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss)
COMO REPELENTE O INSECTICIDA CONTRA LA BROCA DEL CAFÉ
(*Hypothenemus hampei* Ferrari) EN LA VARIEDAD CASTILLO EN LA GRANJA
EXPERIMENTAL VILLA MARINA DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA.

JHONATAN GUALDRON PANQUEVA
DEISY VIVIANA TOLOZA BALCUCHO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PAMPLONA

2017

EVALUACIÓN DE LOS EXTRACTOS DE NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss)
COMO REPELENTE O INSECTICIDA CONTRA LA BROCA DEL CAFÉ
(*Hypothenemus hampei* Ferrari) EN LA VARIEDAD CASTILLO EN LA GRANJA
EXPERIMENTAL VILLA MARINA DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA.

JHONATAN GUALDRON PANQUEVA
DEISY VIVIANA TOLOZA BALCUCHO

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

TUTOR

Ph. D. HUMBERTO GIRALDO VANEGAS

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PAMPLONA

2017

EVALUACIÓN DE LOS EXTRACTOS DE NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss)
COMO REPELENTE O INSECTICIDA CONTRA LA BROCA DEL CAFÉ
(*Hypothenemus hampei* Ferrari) EN LA VARIEDAD CASTILLO EN LA GRANJA
EXPERIMENTAL VILLA MARINA DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA.

Autor(es)

GUALDRON PANQUEVA JHONATAN
TOLOZA BALCUCHO DEISY VIVIANA

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. PROBLEMA.	13
2.1. PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	13
2.2. JUSTIFICACIÓN.....	15
2.3. DELIMITACIÓN.	18
3. OBJETIVOS	20
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	20
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	20
4. MARCO DE REFERENCIA	21
4.1. ANTECEDENTES	21
4.1.1. Antecedentes regionales.....	21
4.1.2. Antecedentes nacionales	22
4.1.3. Antecedentes internacionales.	23
5. MARCO CONTEXTUAL.....	27
5.1. RESEÑA HISTÓRICA DEL MUNICIPIO DE PAMPLONITA	27
5.1.1. Ubicación del municipio de Pamplonita	27
5.1.2. Límites del municipio de Pamplonita.....	28
5.2. RESEÑA HISTÓRICA DE LA GRANJA EXPERIMENTAL VILLA MARINA.	28
5.2.1. Ubicación de la Granja Experimental Villa Marina	29
5.3. MARCO TEÓRICO.....	30
5.3.1. El café en Norte de Santander	30
5.3.2. Origen del café.....	30
5.3.3. Generalidades y morfología del café.....	31
5.3.3.1 Taxonomía	31
a. Clasificación taxonómica del cultivo de café.....	31
b. Morfología de la planta de café	32
c. Sistema radicular.....	33
d. Tallo.....	33
e. Hojas.....	33
f. Flores.....	34

g. Fruto	35
h. Semilla.....	35
5.3.3.2. Variedades de café.....	36
a. Variedades de porte alto	36
b. Variedades de porte bajo	36
c. Variedad CASTILLO	37
5.3.3.3. PLAGA DEL CAFE	39
a. Broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari)	39
5.3.3.4. La planta de Neem (<i>A. indica</i>).....	42
a. Clasificación y descripción botánica.....	43
b. Árbol	43
c. Raíz.....	44
d. Hoja.....	44
e. Flor.....	45
f. Fruto	46
g. Semillas.....	47
h. Origen y distribución.	47
i. Efectos plaguicidas y repelentes del Neem	48
5.4. MARCO LEGAL.....	50
5.4.1. LEY 9 DE 1979: DE LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS -PLAGUICIDAS- ARTÍCULOS PIROTÉCNICOS.	50
5.4.2. MINISTERIO DE SALUD DECRETO 775 DEL 16 DE ABRIL DE 1990.....	51
5.4.3. RESOLUCIÓN 187 DE 2006.....	51
5.4.4. LEY 1252 DEL 2008	52
6. METODOLOGÍA.....	54
6.1. DISEÑO METODOLÓGICO.....	54
6.1.2. Diseño Experimental.....	54
6.1.3. Preparación de los extractos acuosos de Neem.....	60
6.1.4. Disección de granos brocados para la obtención de los diferentes estadios biológicos.....	64
7. RESULTADOS.....	67
7.1. Repelencia (Granos Brocados).....	67

7.2.	Mortalidad de <i>H. hampei</i> en los diferentes tratamientos.....	74
7.3.	Efectos de los tratamientos en la tasa reproductiva de las hembras de <i>H. hampei</i>	80
7.4.	Discusión de resultados.....	83
8.	Conclusiones.....	86
9.	Recomendaciones.....	87
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
10.1.	CIBERGRAFIA.....	93
11.	ANEXOS.....	94
11.1.	Anexo 1.....	94
11.2.	Anexo 2.....	95
11.3.	Anexo 3: Evidencias fotográficas.....	96

LISTA DE IMÁGENES

Figura 1: Planta De Café	32
Figura 2: Hojas de Café	34
Figura 3: Flor de café	34
Figura 4: Fruto de café	35
Figura 5: semillas de café.....	36
Figura 6: Representación gráfica de los diferentes portes en las variedades comerciales (porte alto, medio y bajo).....	37
Figura 7: Variedad Castillo	38
Figura 8: <i>H. hampei</i> cerca al ombligo de café ya afectado.....	40
Figura 9: Clasificación de la broca según estado de posicionamiento utilizada por CENICAFE, Colombia.	40
Figura 10: Árbol de Neem	44
Figura 11: Hojas de Neem	45
Figura 12: Flor de Neem	46
Figura 13: fruto de <i>A. indica</i>	46
Figura 14: Semillas de <i>A. indica</i>	47
Figura 15: Entrada a la Granja Experimental Villa Marina de la Universidad de Pamplona	54
Figura 16: Cultivo de café, Variedad Castillo	55
Figura 17: Selección y marcado de las unidades experimentales propicias para el desarrollo del experimento.	56
Figura 18: Aplicación de los extractos de hojas y semillas de Neem.	57
Figura 19: unidad experimental asperjada.	57
Figura 20: Disección de granos de café brocados.	58
Figura 21: Recipiente con brocas hembras colectadas.....	59
Figura 22: Etapas de la maduración del fruto de Neem y su estado propicio para la obtención de extractos más efectivos.	60
Figura 23: despulpado y lavado de frutos de Neem	61
Figura 24: Semillas de Neem lavadas y dejadas secar.....	61
Figura 25: Diseño de la jaula entomológica.....	63
Figura 26: Grano de café perforado por <i>H. hampei</i>	65
Figura 27: Huevos de <i>H. hampei</i>	65
Figura 28: Hembra de <i>H. hampei</i> en galería de ovoposición.	66
Figura 29: Larvas de <i>H. hampei</i> en grano de café.	66
Figura 30: Porcentaje de granos brocados por <i>H. hampei</i> en los diferentes tratamientos.....	72
Figura 31: Comportamiento de los tratamientos para granos brocados en las diferentes evaluaciones.....	73

Figura 32: Mortalidad causada por los extractos de Neem contra <i>H. hampei</i> en los diferentes tratamientos.....	78
Figura 33: Comportamiento de los tratamientos en cuanto a mortalidad en las diferentes evaluaciones.....	79
Figura 34: Número de huevos y larvas de <i>H. hampei</i> en los diferentes tratamientos	81
Figura 35: Entrada a la Granja Experimental Villa Marina de la Universidad de Pamplona	96
Figura 36: Granja Experimental Villa Marina, vista desde la altura en la que se encuentra el cultivo de café.....	96
Figura 37: Ruta de llegada al cultivo de café.....	97
Figura 38: Selección de las plantas de café.....	97
Figura 39: Recolección de hojas y semillas de Neem.....	98
Figura 40: Fruto de Neem antes y después de despulpado.....	98
Figura 41: Hojas y semillas secas de Neem listas para ser trituradas.....	99
Figura 42: Hojas de Neem secas y trituradas.....	99
Figura 43: semillas trituradas.....	100
Figura 44: Preparación de los macerados.....	100
Figura 45: Preparación de los tratamientos y filtrado de los macerados.....	101
Figura 46: Introducción de las brocas a la jaula entomológica.....	101
Figura 48: Planta de café con sus 2 unidades experimentales.....	102

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación taxonómica del café.....	31
Tabla 2: Clasificación taxonómica del Neem.	43
Tabla 3. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados en granos brocados en cada tratamiento, en la 1 ^{ra} evaluación (17/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.....	67
Tabla 4. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados en granos brocados en cada tratamiento, en la 2 ^{da} evaluación (18/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.....	68
Tabla 5. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados en granos brocados en cada tratamiento, en la 3 ^a evaluación (19/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.....	69
Tabla 6. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados en granos brocados en cada tratamiento, en la 4 ^a evaluación (25/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.....	70
Tabla 7. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados en granos brocados en cada tratamiento, en la 5 ^a evaluación (1/11/17), en la Granja Experimental Villa Marina.....	71
Tabla 8. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados de mortalidad en cada tratamiento, en la 1 ^{ra} evaluación (17/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.	74
Tabla 9. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados de mortalidad en cada tratamiento, en la 2 ^{da} evaluación (18/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.	75
Tabla 10. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados de mortalidad en cada tratamiento, en la 3 ^a evaluación (19/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.	75
Tabla 11. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados de mortalidad en cada tratamiento, en la 4 ^a evaluación (25/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.	76
Tabla 12. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados de mortalidad en cada tratamiento, en la 5 ^a evaluación (1/11/17), en la Granja Experimental Villa Marina.	77
Tabla 13: Número total de Huevos y Larvas encontrados en granos brocados, sometidos a diferentes tratamientos con extractos vegetales de hojas y semillas de Neem.....	80
Tabla 14: Formato para la recolección de datos	94
Tabla 15: Estructura de la producción cafetera de la Granja Experimental Villa Marina	95

Resumen

Se evaluó la mortalidad y el efecto repelente causado por extractos de hojas y semillas de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss), contra la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari, en la variedad Castillo, en la Granja Experimental Villa Marina. El diseño experimental consistió en siete tratamientos: Semillas 33%, Semillas 66%, Semillas 100%, Hojas 33%, Hojas 66%, Hojas 100% y un Control, con cuatro repeticiones. Los extractos se prepararon a partir de una solución madre compuesta por 2 kg de semillas maceradas en 20 lt de agua y una solución madre compuesta por 2 kg de hojas maceradas en 20 lt de agua. A partir de estas soluciones madre se prepararon las disoluciones al 33% y 66% de hojas y semillas. Las unidades experimentales consistieron en ramas productivas con granos entre dieciséis y veinte semanas de desarrollo. Tratada cada unidad experimental y colocada una manga entomológica, fue infestada con diez hembras de broca. Se evaluó durante quince días, granos brocados y mortalidad. Se determinó que los tratamientos con Semilla 66%, Semilla 100% y Semilla 33% solo permiten 11,15%, 12,50% y 14,50% de granos brocados respectivamente, mientras que el Control presenta el 55% de granos brocados. Los tratamientos Semilla 66%, Hoja 33% y Semilla 100% causaron los más altos porcentajes de mortalidad con 49%, 44,5% y 41,50%, mientras que el Control presento solamente 9% de mortalidad. Se discute el efecto de los extractos de hojas y semillas de Neem en la tasa reproductiva de *H. hampei*.

Palabras clave: Extractos acuosos, *Azadirachta indica*, Mortalidad, *Hypothenemus hampei*, repelencia.

1. INTRODUCCIÓN

El deterioro del medio ambiente y el mejoramiento de la calidad de vida del hombre, son dos de los factores cruciales que motivan al ser humano a buscar nuevos métodos o procesos de producción alimenticia, todo esto con un enfoque generalizado de obtener una mejor rentabilidad y comercio pero en muchos de los casos sin tener en cuenta los factores anteriores que conllevan a generar nuevos problemas asociados a plagas y enfermedades agrícolas.

El cultivo del café (*Coffea arabica* L.), constituye uno de los principales generadores de divisas en América Latina, particularmente en Colombia. Diversos factores bióticos y abióticos influyen en su producción. Por sus implicaciones económicas y sociales se encuentran los insectos como los agentes responsables principales de los daños causados en las plantaciones de café. Estimaciones revelan que la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleóptera: Curculionidae), origina daños de unos 500 millones de dólares en el mundo, llegando a ser la plaga de mayor importancia. Aproximadamente 90% de los frutos son susceptibles al ataque de la broca, deteriorando el rendimiento del cultivo y por ende la pérdida en la calidad del producto. ¹

Según la definición que DURAN, M² le da a los bioplaguicidas, estos son agentes de tipo biológico, sustancias activas o la mezcla de elementos de origen químico utilizados para disminuir, prevenir, combatir, controlar, regular o repeler la acción de organismos que representen una plaga en los cultivos de importancia agrícola. La utilización de técnicas de control biológico en comparación con los insecticidas

¹ ROSALES, Martín; SILVA, Ramón; RODRIGUEZ, Gladys. Estrategias para el manejo integrado del minador de la hoja y la broca del fruto del cafeto. 1998. Pg. 60

² DURAN, M, J. Guía de Ingredientes Activos de Bioplaguicidas. Serie Técnica. Manual Técnico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Proyecto Fomento de Productos Fitosanitarios No Sintéticos. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 2004. Pg. 92.

los sintéticos permite hacer una comparación significativa ya que los primeros al ser de origen natural y de fácil degradación no representarían una amenaza a la salud humana, al contrario de los sintéticos que por su origen siempre tenderán a dejar trazas o acarrear problemas medioambientales.

FORSTER, P y MOSER, G³ registran más de 400 especies de insectos que pueden ser controladas con bioplaguicidas basados en Neem (*Azadirachta Indica A. Juss*). Igualmente REMBOLD, H⁴ aclara que este insecticida vegetal actúa como nematocida, fungicida, molusquicida, acaricida, bactericida y se conocen casos como viricida.

El caso específico del uso de *A. indica* se ha demostrado que su principal compuesto plaguicida es la azadiractina (Aza), que está presente mayormente y en mejores concentraciones en las semillas exhibiendo una mejor actividad biológica. Este tipo de insecticida ejerce un amplio control en los distintos órdenes de insectos como Blattodea, Caelifers, Dermaptera, Diptera, Ensifera, Heteróptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera, Phasmida, Phthiraptera, Siphonoptera y Thysanoptera.

Se plantea como objetivo principal de este proyecto, hallar un método de control eficaz y de bajo costo contra la broca del café usando los extractos de hojas y semillas de Neem, permitiendo también que el productor no contamine su cultivo, el ambiente y a sus semejantes.

³ FORSTER, P. MOSER, G. Status Report on Global Neem Usage. 2^o ed rev. Universum Verlagsanstalt, Wiesbaden, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Division 45 Rural Development, Eschborn, Germany. 2000. Pg. 122.

⁴ REMBOLD, H. Effect on viruses and organisms. Growth and metamorphosis. In: H. Schmutterer (ed.) The Neem Tree. Weinheim, VHC. 1995. Pg. 696.

2. PROBLEMA.

2.1. PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

El grano café es un producto que se considera del tipo especial y exportación. Su calidad está ligada a diversos factores de los cuales depende su estatus de alta calidad llegando a ser tan complejos y variados como la variedad sembrada, el ambiente en que se cultiva hasta el manejo que se le dé al beneficio final. Con respecto a su consumo, el café es uno de los productos de mayor uso tradicional en el planeta. En los primeros mercados del mundo, como Estados Unidos, alrededor de la media de la población adulta consumen habitualmente café. En otros mercados como China, Japón o incluso la Gran Bretaña, que se han caracterizado por un alto consumo de otro tipo de bebidas calientes, como el té.

De manera significativa se han venido presentando daños por insectos que afectan directamente la planta, el producto o grano del café, en este caso la broca (*H. hampei*), se ha llegado a declarar como una plaga de importancia económica, llevando a Colombia a tomar medidas como el Manejo Integrado de Plagas (MIP). Los daños que genera en el cultivo de café han contribuido directa o indirectamente en la baja rentabilidad del mismo, pérdida de peso y calidad de la semilla en un 21% a 80%. Al ser el MIP el mejor método de control para esta plaga deben tenerse en cuenta los principios económicos y ecológicos al igual que los distintos factores que componen el ambiente cafetalero y las interacciones que allí se crean. Se han calculado pérdidas por broca del café, del orden de 500 millones de dólares en todo el mundo, siendo el insecto plaga de mayor importancia en las plantaciones de café. El 90% de los frutos pueden ser atacados y esto influye en el rendimiento del cultivo y en la calidad del producto.

Al plantearse métodos de control contra la plaga como los insecticidas sintéticos solo se deben llevar a cabo como última medida cuando se justifique o se requiera de manera técnica, ya sea por los niveles de infestación, en forma localizada, en el tiempo apropiado de ataque de la broca y con la tecnología de aspersión

recomendada. Por eso se plantea la necesidad de buscar alternativas más amigables con el ambiente y que no representen un riesgo para la salud humana. Existen muchas metodologías para mantener el cultivo libre de broca que van desde lo mecánico, lo químico y lo biológico, este último es el que presenta mejor rentabilidad, fácil obtención o elaboración y finalmente respetando la salud del medio y la del hombre. FLORIO, G⁵ aclarar que debido a que la broca invade y sobrevive la mayor parte de su ciclo en el grano de café, los mecanismos de control tradicionales son poco efectivos en el control de la plaga; por esta razón opciones como el control biológico deben ser consideradas como una opción importante en el manejo de esta plaga.

El cultivo de café en Colombia constituye uno de los principales renglones productores de divisas, principalmente porque desde el año 1991 logro generar un 5,3% del Producto Interno Bruto total y de igual manera un 23,4% en lo que al renglón agropecuario respecta. En lo que va del año cafetero (octubre de 2015-enero de 2016), la cosecha alcanzó los 5,3 millones de sacos, un aumento de 20% con respecto a los 4,4 millones de sacos producidos en igual periodo anterior (octubre de 2014-enero de 2015)⁶. Pero en los países en pleno desarrollo se ha podido apreciar que es una fuente de estabilidad económica. Por tal motivo cualquier problema presente en el cultivo afectara significativamente la economía del país. También permite que nuestro país se situé en los principales mercados internacionales gracias a su gran demanda en el exterior, principalmente en países que no cuentan con zonas tropicales propicias para su producción.⁷

Alrededor de 25 millones de familias de zonas tropicales y subtropicales a nivel mundial se han visto beneficiadas por la producción de café. Pero en un enfoque más específico, se sabe que existen más de 563,000 familias productoras de café,

⁵ FLORIO, S, G. FLORIO & REAL, F. Aplicación del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). Revista Producción y Negocio. 2009. Pg. 26-28.

⁶ Café De Colombia. 2016. [en línea] <https://goo.gl/gh3Pgl>

⁷ Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 2010. [en línea] < <https://goo.gl/JrW8io>>.

es decir que la mayoría de los productores son poseedores de pequeñas fincas, lo que permite la redistribución de los ingresos para estos campesinos y su estabilidad económica, pero en dado caso que este cultivo se vea afectado productivamente ya sea por algún cambio en el clima, enfermedad o plaga, las consecuencias se reflejaran de manera negativa.

2.2. JUSTIFICACIÓN.

El abastecimiento de alimentos para la humanidad ha sido una de las grandes preocupaciones. Los productos agrícolas, en su gran variedad han sido uno de los mejores medios para suplir esta necesidad. Pero no solo se habla de alimentación, también cabe relacionar esto, con la generación de los asentamientos humanos y el desarrollo de tecnologías.

Colombia tiene un potencial alto en producción y exportación de productos en fresco y procesados. Existen adversidades en cuanto al cumplimiento de las normas sanitarias y de calidad necesarias para el movimiento de estos productos en los mercados internacionales.

Para el departamento de Norte de Santander se han identificado condiciones de clima, fauna y, suelos con aptitud agrícola y forestal que favorecen a la explotación de estas actividades de una manera eficiente y rentable. A esto se suman productores y transformadores de productos que generan asociaciones empresariales con el fin de mejorar el sector agrícola.

En el ámbito de exportaciones, el cafeto es uno de los vegetales con mayor movimiento internacional produciéndose en diversas regiones, siendo Brasil el mayor productor y exportador. Comercialmente, entre los años 2004 a 2005 se alcanzaron US\$ 8.900 millones en exportaciones a nivel mundial. Para los principales países productores este producto tiene gran impacto económico y social

ya que se involucran desde el más pequeño a los más grandes productores y en ambos casos se emplea gran cantidad de mano de obra.

El uso agrícola de insecticidas es un subconjunto de productos químicos industriales utilizados en la sociedad moderna. Según la American Chemical Society, en 1993 se identificaron más de 13 millones de productos químicos, a los que se sumaban cada año unos 500.000 nuevos compuestos, FAO⁸. Si bien el uso de productos químicos en la agricultura se reduce a un número limitado de compuestos, la agricultura es una de las pocas actividades donde se descargan deliberadamente en el medio ambiente productos artificiales para acabar con algunas formas de vida. Para ISMAN, B⁹, la cantidad de regulaciones rigen el uso indiscriminado de plaguicidas sintéticos debido a los efectos nocivos que estos causan y, se han impuesto límites residuales en los alimentos para que puedan ser comercializados y consumidos.

La exploración en nuevos mercados, como el que existe para los cafés producidos orgánicamente se basa en modelos sustentables permitiendo la innovación para el cuidado ambiental. Se ha optado por la creación y uso de métodos de control biológicos para prevenir daños medioambientales. Uno de los principales métodos de control de plagas y que respeta la fauna y flora está constituido por los bioplaguicidas de origen botánico. Según los autores MARCO, G; HOLLINGWORTH, M; DURHAM, W.¹⁰ & PERRY, A; YAMAMOTO, I; ISHAAYA, I PERRY, Y.¹¹ estos agentes químicos han llegado a relegar a los de orígenes

⁸ ONGLEY, E, D. Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. (Estudio FAO Riego y Drenaje - 55). Canada Centre for Inland Waters Burlington, Canadá. 1997. Cap 4. Pg. 79.

⁹ ISMAN, M. B. Botanical Insecticides, Deterrents and Repellents in Modern Agriculture and an Increasingly Regulated World. Annu. Rev. Entomol. EE.UU. 2006. Pg. 45-66.

¹⁰ MARCO, G. J. Hollingworth; W. Durham (eds.): Silent Spring Revisited, American Chemical Society, Washington. EE.UU. 1987.

¹¹ PERRY, A. S. YAMAMOTO, I. ISHAAYA, I. PERRY, R. Y. Insecticides in Agriculture and Environment: Retrospects y Prospects. SpringerVerlag. Alemania. 1998.

botánicos, principalmente por la falta de la divulgación de su existencia, sus modos de uso y los amplios rangos de acción en general. “En los últimos veinticinco años la literatura ha reportado cientos de compuestos aislados a partir del metabolismo secundario de las plantas que han mostrado actividad plaguicida, y son una forma de eliminar en gran medida el uso de los tóxicos plaguicidas sintéticos”¹²

En todo el mundo se ha reconocido la aplicación de plaguicidas biológicos gracias a la gran cantidad de ventajas que estos tienen y, que van desde un riesgo mínimo para la salud pasando por una fácil degradación y casi nula presencia de residuos dañinos en los cultivos y los frutos. Para países en desarrollo, como Colombia, se evidencia que el uso de estos productos es viable, al ser de bajo costo de elaboración y con el mínimo número de problemas; permitiendo así, la expansión de una agricultura sana y sostenible. “A pesar de los cientos de reportes que han aparecido en las últimas tres décadas sobre plantas con actividad plaguicida, solo dos productos se comercializaron exitosamente, aquellos que utilizan la azadiractina del Neem y aceites esenciales.”¹³

Para el caso de esta investigación, en cuanto a las necesidades expresadas, para los sectores económicos y sociales llega a ser factible puesto que constituye una solución viable e innovadora para la necesidad planteada; todo esto en consideración con la importancia y fácil acceso de los extractos vegetales y el uso de hongos para el control de la broca como el principal insecto dañino del cultivo del café presente en Pamplona Norte de Santander.

¹² KRAUS, W. Azadirachtin and other Triterpenoids», The Chemistry and Action of Insecticides, Nueva York, 2002. Regnault-Roger, Catherine; B. J. R. Philogéne & C. Vincent (Edts.): Iopesticides of Plant Origin, Intercept-Lavoisier. Francia. 2005.

¹³ ISMAN, M. B. S. MIRESMALLI. MACHIAL, C. Commercial Opportunities for Pesticides Based on Plant Essential Oils in Agriculture, Industry and Consumer Products. Phytochem. Alemania. 2010.

2.3. DELIMITACIÓN.

El municipio de Pamplonita basa su sistema económico en dos actividades principales, agricultura y ganadería, ya que estas se han mantenido como medio de sustento efectivo para los asentamientos rurales donde se encuentran la mayoría de sus pobladores. Este municipio no solo cuenta con actividades agrícolas, también tiene potencial minero, forestal y turístico. Para el enfoque agrícola, la economía se sienta en cultivos como, el café asociado a cítricos y plátano, frutas y hortalizas de las que se destaca la fresa y el durazno; junto con cebolla, arveja, apio papa criolla y brevas en las zonas más altas y, en menor escala la habichuela, tomate de mesa, frijol, caña de azúcar y yuca (en las zonas más cálidas)¹⁴

Como parte del territorio perteneciente al municipio de Pamplonita se ubica la Graja Experimental Villa Marina de la Universidad De Pamplona, fracción de Matajira, en el kilómetro 49 sobre la vía Pamplona- Cúcuta con un área de 440 ha. Dentro de la misma granja se encuentran cultivos de café de distintas variedades (Castillo, Colombia, Tabí, Típica) para el desarrollo de la investigación. Estos lotes presentan un ataque permanente (*H. hampei*) y que se ha convertido en foco de infestación para las fincas aledañas en las cuales también se están estableciendo cultivos de cafeto.

En el transcurso del año 2017 se desarrolló el trabajo en campo respectivo, dando inicio desde el mes de Abril hasta Noviembre del año en mención.

Este estudio se enfocara en la obtención, preparación y utilización de métodos de control de origen natural frente a la principal plaga del cultivo del Café. Estos métodos ya han sido probados y aplicados en diferentes producciones agrícolas arrojando resultados favorables. Se usaran extractos del árbol de Neem los cuales han sido efectivos como método de control de insectos plaga.

¹⁴ Municipio de Pamplonita. Norte de Santander. 10 de Mayo de 2013. [en línea] <<https://goo.gl/iCvJNP>>

BRECHLT, A. Y FERNÁNDEZ, C. L.¹⁵ JACOBSON, M.¹⁶ & ORTEGA, D.¹⁷ coinciden en que el efecto insecticida, antialimentario, repelente y regulador de crecimiento de bioinsecticidas a base de Neem se basa principalmente en los compuestos presentes en las semilla, compuestos triterpenos como la Azadirachtina, Salanina, Nimbina y otros. En concordancia con lo anterior, se podría proceder a realizar la experimentación necesaria para identificar el posible efecto insecticida o repelente que tendrían los extractos del Neem para el control de la Broca.

¹⁵ BRECHLT, A. FERNÁNDEZ, C. L. El árbol para la agricultura y el medio ambiente. Experiencias en la República Dominicana. Publ. Fundación Agricultura y Medio Ambiente. 1995. Pg. 133.

¹⁶ JACOBSON, M. Neem research in the US Department of Agriculture: Chemical, biological and cultural aspects. Proc. 1st Int. Neem conf. Rottach-Egern. 1980. Pg. 33-42.

¹⁷ ORTEGA, D. L. Uso de extracto acuoso de la semilla de Nim (*Azadirachta indica* / Meliaceae) en el combate de mosca blanca en Yautepec, Morelos, México. Memorias V Simposio nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas. Aguas Calientes, México. 1999. Pg. 5-14.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar los extractos de Neem (*Azadirachta indica*) como repelente o insecticida contra la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en café de la variedad Castillo en la granja experimental Villa Marina de la Universidad de Pamplona.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Aplicar métodos para la obtención artesanal de los extractos de hojas y semillas a base de Neem.
- Comprobar la efectividad repelente e insecticida de los extractos acuosos de hojas y semillas de Neem (*Azadirachta indica*) en el café de la variedad Castillo.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1. ANTECEDENTES

4.1.1. Antecedentes regionales

- Liseth Marcella Suárez Pabón¹. Arvenses hospedantes de la escama *Toumeyella coffeae* y de la cochinilla *Puto barberi* asociados a cultivos de café en Norte de Santander, Pamplona, Universidad de Pamplona, 2014.

Resumen: El estudio de las arvenses como hospederas de las cochinillas (*Puto barberi* Cockerell) y escamas (*Toumeyella coffeae* Kondo) es de vital importancia para la caficultura Colombiana debido a que involucran la caracterización de las especies de arvenses que están presentes en los cultivos de café y cuáles de ellas están siendo hospederas para algunas plagas de importancia económica como *P. barberi* y *T. coffeae* quienes son limitantes para el cultivo; aún más sabiendo que en Norte de Santander son pocos los estudios realizados sobre este tema y que una de las plagas se registra por primera vez en el país en este departamento (*T. coffeae*).

- Leónides Castellanos González¹, Mayedín Lorenzo Cruz², Roquelina Jiménez Carbonell³. Acción insecticida más tardía con bioproductos de tres plantas para el control del gorgojo pardo *Acanthoscelides obtectus*. Pamplona. Norte de Santander. Colombia; Cienfuegos. Cuba.

Resumen: Los gorgojos producen serios daños a los granos almacenados, en particular al frijol. El empleo de productos químicos constituye un riesgo para la salud de las personas por lo que se hace necesario la búsqueda de alternativas eficaces y menos tóxicas. Se pretendió determinar la mortalidad *in vitro* sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) de tres bioproductos conteniendo polvos de *Azadirachta indica* Juss. (nim), *Melia azedarach* L. (paraíso) y *Eucalyptus* sp. (Eucalipto). Se realizaron tres ensayos con diseños completamente aleatorizados

con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones (placas). Los tratamientos estuvieron constituidos por tres proporciones (25, 50 y 75%) de las hojas cada planta, mezcladas con cal y zeolita, y un testigo. En los ensayos se utilizaron adultos de *A. obtectus* alimentados con frijol. Se determinó el porcentaje de mortalidad a las 48, 72 y 168 horas posteriores al tratamiento con los fitoplaguicidas.

Los datos se transformaron en $2 \arcsin \sqrt{p}$, y se procesaron por medio de un análisis de varianza., utilizando el paquete estadístico SPSS versión 15. Las medias se compararon por el test de Tukey para $P < 0,05$. Aunque los bioproductos de nim, paraíso y eucalipto en forma de polvos no siempre logran en condiciones de laboratorio mortalidades de los adultos de *Acanthoscelides obtectus* (Say) superiores a 70% a las 24 horas a la proporción de 25 %, si superan este valor al pasar el tiempo, alcanzando 100 % de mortalidad a las 168 horas a todas las concentraciones estudiadas.

4.1.2. Antecedentes nacionales

- Lina Marcela Henao Betancur¹.; Control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) por extractos vegetales de plantas de la flora regional. Universidad Tecnológica De Pereira. Facultad De Tecnología. Escuela De Tecnología Química. Pereira 2008.

Resumen: Se evaluaron los extractos crudos de diclorometano y metanol de 23 plantas recolectadas en el Parque Regional Natura Ucumari (PRNU), con el fin de determinar la actividad insecticida contra la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari), de los cuales los que presentaron actividad insecticida y/o de repelencia fueron tres extractos de diclorometano de las especies indet. (UTP-19, Rubiaceae), *Clematis haenkeana* (UTP-156, Ranunculaceae) y *Piper Umbellatum* (UTP-163, Piperaceae) y tres extractos de metanol de las especies *Dunalia solanacea* (UTP-145, Solanaceae), *Topobea cf discolor* (UTP-160, Melastomataceae) y *Rodostemonodaphne* (UTP-162, Lauraceae). La actividad insecticida detectada para estos extractos puede atribuirse a la presencia de núcleos fitoquímicos tales

como: alcaloides, flavonoides, fenoles, taninos, sesquiterpenlactonas y cardenólidos presentes en dichos extractos.

- Oscar M. Mosquera¹.; Lina M. Henao², Jaime Niño³.; Evaluación de la actividad insecticida in vitro de extractos vegetales contra la broca del café. Grupo de Biotecnología-Productos Naturales, Escuela de Tecnología Química, Centro de Excelencia (CIEBREG), Universidad Tecnológica de Pereira. A.A. 97.

Resumen: En la búsqueda de plantas con actividad insecticida para ser empleadas en el manejo integrado de la broca del café (*Hyphothenemus hampei* Ferrari), se evaluaron 46 extractos crudos de diclorometano y metanol obtenidos de plantas recolectadas en zonas de reserva de la Ecorregión del Eje Cafetero. Dichas plantas pertenecen a las familias Apocynaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae, Solanaceae, Ranunculaceae, Rubiaceae y Urticaceae.

4.1.3. Antecedentes internacionales.

- Rogério A Depieri¹, Sueli S Martinez².; Reducción de la supervivencia e infestación del barrenador del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), en frutas de café, en respuesta a aerosoles de Neem en laboratorio. Área de Protección de Plantas, Instituto Agronómico de Paraná; Bolsista CBP&D/Café; endereço atual: Laboratório de Entomologia, Embrapa Soja, Londrina, PR, Brasil.

Resumen: Se pulverizaron soluciones acuosas de aceite de Neem y extractos acuosos de semillas y hojas de Neem en frutos de café para la evaluación de laboratorio de su eficacia en la reducción de la infestación del barrenador del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), en ensayos de preferencia de elección múltiple en laboratorio. El aceite de Neem y los extractos reducen la infestación de frutas de una manera dependiente de la dosis, actuando como un repelente. Con 0.5%, 1%

y 1.5%, el aceite redujo la infestación de la fruta en 30.2%, 42.5% ($P > 0.05$) y 58.6% ($P \leq 0.05$), respectivamente, en comparación con el control. Los extractos de semillas al 1%, 2% y 4% (p / v) redujeron la infestación en 30.9%, 38.3% ($P > 0.05$) y 70.2% ($P \leq 0.05$), respectivamente; los extractos de semilla en 0.15%, 1.5% y 15% (p / v) redujeron la infestación de fruta en 16.5%, 38.5% ($P > 0.05$) y 56.9% ($P \leq 0.05$), respectivamente. La pulverización del aceite emulsionable al 1% en frutos de café y barrenadores adultos se comparó con la pulverización de frutas o solo adultos. La fumigación solo para adultos causó una baja mortalidad ($P > 0.05$) y una baja reducción en el número de frutos dañados ($P > 0.05$). La fumigación solo con fruta redujo significativamente las tasas de supervivencia de insectos y la cantidad de frutos dañados ($P \leq 0.05$). Sin embargo, la fumigación en adultos y frutas causó la mayor reducción en la supervivencia de adultos (55.6%, $P \leq 0.05$) y en la infestación de frutas (78.7%; $P \leq 0.05$), probablemente debido a la mortalidad de insectos y la repelencia al aceite de Neem actuando juntos.

- Daniel Antonio Villamil Montero¹, Natalia Naranjo², Mario Andres Van Strahlen³.; Efecto Insecticida del Extracto de Semillas de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre *Collaria scenica* Stal (Hemiptera: Miridae). Departamento de Horticultura, Universidad Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP), Botucatu, SP, Brasil. 2012.

Resumen: Evaluar el efecto insecticida del extracto etanólico de semillas de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre ninfas de la chinche de los pastos *Collaria scenica* Stal. Para eso, se elaboró un extracto a partir de frutos inmaduros de Neem mediante rotaevaporación. El extracto fue diluido en tres concentraciones de ppm que corresponden a los tratamientos. Por medio de cromatografías en capa delgada se determinó la presencia de Azaridactina. Se realizó un experimento DCA de 4 tratamientos y 5 repeticiones que incluyó las tres concentraciones del extracto y un control. En cada repetición se usaron 15 ninfas, colocadas aleatoriamente en cajas

plásticas herméticas con alimento y la concentración correspondiente. Diariamente se realizó una aplicación del extracto y se registró porcentaje de mortalidad, número de exuvias y número de individuos que llegaron al estado adulto en cada tratamiento. Los resultados fueron analizados con prueba Kruskal-wallis y Games-Howell para cada variable. Las tres concentraciones del extracto de semillas de Neem presentaron un efecto negativo sobre el desarrollo de las chinches. El tratamiento más concentrado (250 ppm) fue el más eficaz presentando una mortalidad del 97%, menor número de exuvias y menor número adultos al final del ensayo.

- Víctor Luis Trinidad Caballero¹ y Edgar Francisco Gaona Mena². Acción insecticida y repelente del Neem sobre adultos de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) en granos de poroto (*Vigna unguiculata*). Universidad Nacional de Asunción (UNA). San Lorenzo, Paraguay. 2011.

Resumen: Se buscó evaluar los efectos insecticida y repelente del polvo de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) en diferentes concentraciones sobre *Callosobruchus maculatus* F. en granos de poroto pyta'í (*Vigna unguiculata*). El diseño experimental fue completamente al azar, con 5 tratamientos y 10 repeticiones, donde el tratamiento 1 representó el testigo absoluto y los tratamientos 2, 3, 4 y 5 correspondieron a las dosis de polvo de Neem de 1, 2, 3 y 4% (peso del polvo/peso de granos), respectivamente. Cada unidad experimental se integró con 10 insectos adultos (5 machos y 5 hembras), 20 gramos de granos de poroto, así como de la dosis correspondiente al tratamiento. Las variables evaluadas han sido mortalidad y repelencia sobre los insectos a las distintas dosis aplicadas. Para la evaluación de mortalidad se realizaron observaciones cada 24 horas por un periodo de 5 días, mientras que para el estudio de repelencia se observaron los resultados de cada dosis propuesta a las 24 horas de establecido el experimento. El polvo de Neem no produce efectos de mortalidad sobre *C. maculatus* F en ninguna de las dosis

propuestas. La dosis al 4% de polvo de Neem produce efectos repelentes sobre *C. maculatus* en granos de poroto almacenado.

5. MARCO CONTEXTUAL

5.1. RESEÑA HISTÓRICA DEL MUNICIPIO DE PAMPLONITA

A fines del año 1.549, se presentaron los capitanes españoles, don Juan de Maldonado y Pedro Alonso de los Hoyos, compañeros de Don Pedro de Ursua y Ortún Velasco de Velásquez, a una tribu perteneciente a la Gran Familia de los Chitareros.

De allí contemplaron los Españoles las tierras del Cacique CHEPO y a ellas dirigieron inmediatamente, los Españoles quedaron admirados de la fertilidad de sus tierras, abundancia de los animales; un tiempo después los Españoles penetraron los dominios de los indomables Caciques: Cúcano, Septimaly, Matachira y Batagá. El Cacique de esta Región, hombre audaz y valiente para vencer al Pueblo, preparó una estrategia para vencer a sus contendores; éste tenía una bella sobrina llamada Zulima, dedicada al Culto del Sol. Ellos lucharon con valor defendiéndose con sus espadas en el momento supremo, cuando ya tenían pérdidas todas sus esperanzas de salvación, se oyó un grito terrible lanzado por Zulima, éste grito desconcertó a los Indígenas quienes se desbandaron en desorden. Los Españoles hicieron terrible carnicería, los que no cayeron huyeron a las cuevas de Borrero, entre ellos iba el indomable Cacique.¹⁸

5.1.1. Ubicación del municipio de Pamplonita

La cabecera municipal se encuentra ubicada a 72° 39' al oeste del meridiano de Greenwich (longitud) y a 7° 26' al norte del paralelo ecuatorial (latitud); a 63 km de la capital del departamento, sobre la troncal Cúcuta – Pamplona y sobre la margen izquierda aguas abajo del Río Pamplonita. Igualmente se encuentra a escasos 11 Km. de la Ciudad de Pamplona, segundo centro urbano de importancia en el Departamento.

¹⁸ Municipio de Pamplonita. Norte de Santander. [en línea] < <https://goo.gl/iCvJNP> >

5.1.2. Límites del municipio de Pamplonita

- Norte con Bochalema
- Nor-orienté con Toledo
- Sur con Labateca
- Sur-occidente con Pamplona
- Occidente con Cucutilla.

Extensión total: 173480 Km² Km²

Extensión área urbana: 23 Ha Km²

Extensión área rural: 16.258 Ha Km²

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 1.750 Metros

Temperatura media: media 10 °C, en las zonas más altas, y de 22° C en las más bajas.

5.2. RESEÑA HISTÓRICA DE LA GRANJA EXPERIMENTAL VILLA MARINA.

La Universidad de Pamplona presentó el Programa Departamental de Educación Ambiental y Eco-recreativa en el mes de septiembre de 2005 en la Granja Experimental Villa Marina, donde se desarrolló un acto de inauguración.

Los visitantes de la Granja tienen a su disposición el acompañamiento permanente de profesionales en Educación Física, Recreación y Deporte, Zootecnistas, Ingeniería Ambiental, Medicina Veterinaria y Agronomía para complementar los procesos que allí se desarrollan.

Además la Universidad de Pamplona creó una oficina de atención al cliente donde se gestiona toda la Promoción Social y la parte comercial de la Granja Experimental Villa Marina. Lo que se pretende con este Programa Eco recreativo es crear modelos de recreación que fortalezcan los procesos: educativos, el cuidado del

medio ambiente, la cultura agropecuaria, el trabajo interdisciplinario, la salud, el deporte, la integración y la investigación.¹⁹

5.2.1. Ubicación de la Granja Experimental Villa Marina

La Granja Experimental Villa Marina se encuentra ubicada en la fracción de Matajira, jurisdicción Municipal de Pamplonita, ubicada en el kilómetro 49 sobre la vía Pamplona- Cúcuta.

La altura en la sede social es de 1100 metros (parte baja), y de 1800 en la parte alta (bella vista), esta zona cuenta con una extensión de 440 hectáreas, su temperatura promedio es de 20°C y su topografía es de pendiente húmeda, con una precipitación de 1400 mm, anual.²⁰

Dentro de la granja se encuentran ubicadas las variedades, Tipica a una altura de 1320m.s.n.m en las coordenadas N 07°22.257' - W 072°38.814', Colombia a 1428m.s.n.m con coordenadas N 07°22.257' - W 072°38.816' Y Castillo a 1818m.s.n.m. en las coordenadas N 07°22.253' - W 072°38.817'. Para acceder a estos lotes se debe transitar por un camino de aproximadamente 2.50km el cual se tarda en recorrer en un promedio de 45 a 60min.

¹⁹ Granja Experimental Villa Marina. Universidad De Pamplona. [en línea] <<https://goo.gl/L0uMJB>>

²⁰ Granja Experimental Villa Marina. Universidad De Pamplona. [en línea] <<https://goo.gl/4Rc9w5>>

5.3. MARCO TEÓRICO

5.3.1. El café en Norte de Santander

“El departamento de Norte de Santander está conformado por 34 municipios cafeteros que tienen sembradas 34.000 ha de café, su producción estimada es de 15 millones de kilos de café pergamino seco, posee excelentes características físicas y organolépticas que le permiten estar en una posición privilegiada en los mercados internacionales. El 51 % de esta área está con café tradicional, y más del 90 % del total del área cafetera del departamento tiene sombrero. La población cafetera está conformada por pequeños productores cuyas fincas tienen un área promedio en café de 0.5 a 3.0 hectáreas, esta región está ubicada en la zona óptima para café entre los 1200 msnm y los 1800 msnm; La historia cuenta que fue en el municipio de Salazar de las Palmas por donde entró el café al país”.²¹

5.3.2. Origen del café

“El café (*Coffea arabica* L.), es originario de las tierras altas de más de 1.000 msnm en Etiopía y Sudán (África)”²².

Su origen más aceptado es el de su surgimiento de forma silvestre con el nombre de Arábica en el altiplano de Abisinia (Etiopía); se han esparcido historias relacionadas a su descubrimiento y su uso bebible. La principal referencia a su descubrimiento relaciona a un pastor Abisinio (Kaldi), este observó que sus rebaños al parecer expresaban una estación y euforia después de ingerir hojas y frutos de

²¹, Comité Departamental de Cafeteros del Norte de Santander. Norte de Santander. [en línea].<<https://goo.gl/ICs4Ce> >

²² ICAFE-MAG. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. Ged. ICAFE. Programa cooperativo. Costa Rica. 1989. Pg.122.

cierta planta arbustiva. El pastor llevo estas hojas y frutos al abad de un monasterio, este al parecer descubrió el café bebible al poner los frutos al fuego y posteriormente tostadas desprendían un aroma exquisito.²³

5.3.3. Generalidades y morfología del café

5.3.3.1 Taxonomía

a. Clasificación taxonómica del cultivo de café

TAXONOMÍA	NOMBRE
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Sub-división	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Magnoliata</i>
Sub-clase	<i>Asteriade</i>
Orden	<i>Rubiales</i>
Familia	<i>Rubiaceae</i>
Genero	<i>Coffea</i>
Especies	<i>arabica, canephora, liberica, etc.</i>

Tabla 1: Clasificación taxonómica del café

Fuente: Carlier Smith Y Marzocca, A. 1981.

²³ GOTTELAND, MARTÍN. DE PABLO V, SATURNINO. Algunas verdades sobre el café. Revista Chilena de Nutrición, vol. 34. Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología. Santiago, Chile. Pg. 3. 2007.

BAUDI, S.²⁴ define al café como la semilla de la planta de café que ha sido secada pero sin importar que haya sido tostada o molida.

“El café pertenece a las familias Rubiaceae y al género *Coffea*, el cual cuenta con aproximadamente 100 especies, tres de las cuales se cultivan comercialmente: *C.arabica*, *C. canephora* e *C.iberica*. Son plantas que se caracterizan por la presencia de una raíz pivotante, que pueden alcanzar un tamaño de 50 a 60 cm, de la que derivan raíces axiales o de sostén y las laterales, las cuales se encuentran en los primeros 30 cm del suelo y cubren un radio de 2 a 2.5 mts a partir del tronco.”²⁵

b. Morfología de la planta de café

El café es una planta de tallo recto y con ramificaciones laterales que disponen de atributos fructíferos. Esta conformación hace que la planta tenga una forma apta para la cosecha de los frutos de una manera fácil y rápida.



Figura 1: Planta De Café

Fuente: Archivo personal

²⁴ BAUDI, S. Química de los alimentos. Pearson educación. México. 1993. Pg. 736.

²⁵ ALVARADO, S, MELVIN. ROJAS, C, GILBERTO. Cultivo y Beneficiado del café, EUNED, San José, Costa Rica, 1994, Pg. 11-15, 109-115.

c. Sistema radicular.

Las raíces que se desarrollan en la planta de café son de tipo: pivotante o de sostén, laterales y raicillas.

La raíz pivotante se puede considerar como la primordial y llega a medir entre 50 y 60 cm. A partir de la principal se desarrollan las raíces asilares y de estas crecen las raicillas que se pueden encontrar en los primeros 30 cm del suelo, estas tienen una función vital como las principales absorbentes de agua y nutrientes del suelo.

d. Tallo

El tallo varía en longitud dependiendo de las condiciones climáticas y del suelo, pudiendo llegar a medir entre 2,0 a 5,0 mt de altura, esto en las principales variedades comerciales.

De estos se pueden apreciar 3 tipos de yemas con un origen diferente en la planta: en el tallo, bandola y hojas.

e. Hojas

Las hojas tienen forma elíptica o lanceolada, con una lámina de dimensiones de 12 a 24 cm de largo y 5 a 12 cm de ancho. El tamaño y dimensiones pueden variar no solo entre variedades sino también por las condiciones de sombra o luminosidad a la que se encuentre expuesta.



Figura 2: Hojas de Café

Fuente: <https://goo.gl/FSJCuY>

f. Flores

Se forman a partir de las yemas axilares presentes en las hojas con 1 a 3 ejes, y de estas mismas se aprecian 2 a 6 ramificaciones generando una flor compuesta por cáliz, corola, estambres y pistilo. Cuando el botón floral no está abierto este presenta un color verde y conforme se abre toma el color blanco.



Figura 3: Flor de café

Fuente: <https://goo.gl/VgVmtw>

g. Fruto

En cultivares comerciales tiene una forma ligeramente aplanada y elipsoidal. Sus tres ejes miden que son longitud de 12 y 18 cm, ancho de 8 y 14 cm y de espesor de 7 a 10 cm. El fruto tiene en el ápice el disco con una depresión central correspondiente a la base del estilo.

Un fruto bien formado tiende a verse liso, brillante, y con una pulpa delgada; sus tres partes principales son, el epicarpio, mesocarpio, y endospermo. Su maduración es distintiva entre variedades ya que su coloración puede variar, de rojo a amarillo.



Figura 4: Fruto de café

Fuente: <https://goo.gl/ytunMo>

h. Semilla

Siendo el principal beneficio del cultivo de café debe tener especial cuidado desde su aparición en el cultivo hasta su cosecha y procesamiento.

Esta se compone de un embrión de 1 o 2mm, consta de un hipocotilo y 2 cotiledones yuxtapuestos y de 2 a 5mm. Cuando germina. Del embrión lo primero en aparecer es la radícula penetrando la tierra y generando posteriormente más raicillas.



Figura 5: semillas de café

Fuente: archivo personal

5.3.3.2. Variedades de café

Las variedades de café se pueden clasificar en porte alto y porte bajo, estas reúnen características que las distinguen unas de otras a nivel de plantación.

a. Variedades de porte alto

Por lo general sus características son: antigua introducción al país, baja producción, susceptibles a plagas y enfermedades, difícil manejo para la sanidad y problemas para la recolección del beneficio.

b. Variedades de porte bajo

Son adaptables para distintas condiciones climáticas y suelos, su bajo porte permite un mejor manejo junto con una alta capacidad productiva.²⁶

²⁶ ALVARADO, S, Melvin. ROJAS, C, Gilberto. Cultivo Y Beneficio Del Café. Costa Rica: Universidad Estatal A Distancia. 1998. Pg. 11-17.

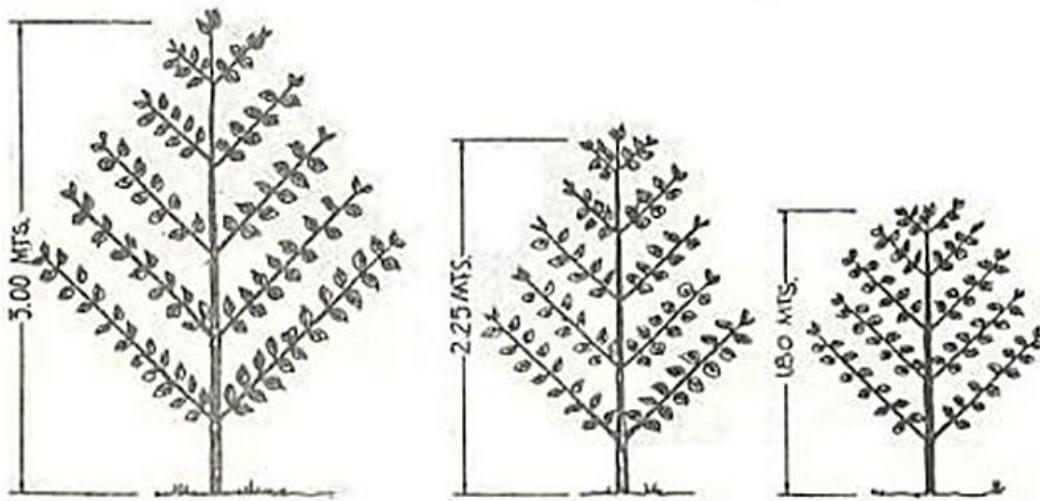


Figura 6: Representación gráfica de los diferentes portes en las variedades comerciales (porte alto, medio y bajo)

Fuente: <https://goo.gl/AgTFVZ>

c. Variedad CASTILLO

Esta variedad fue desarrollada por CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigaciones en Café) mediante la investigación de dos variedades ya conocidas y aceptadas por los caficultores. La caturra por su alta capacidad de producción en un espacio menor en comparación con las otras variedades y la variedad Timor que tiene entre muchas cualidades la resistencia a la roya del cafeto (*Hemilela vastatrix* Berk y Br) y a la enfermedad de las cerezas.



Figura 7: Variedad Castillo

Fuente: Archivo personal

Esta variedad combina dos cualidades de individuos con características genéticamente deseables y que trae como beneficios una producción más limpia en el café por la baja aplicación de controles contra las enfermedades, el tamaño de sus granos es superior al 80% de café supremo y la calidad (sabor, aroma, etc.) es similar a la de las otras variedades colombianas.²⁷

²⁷ OSPINA, O, Héctor, F. SALDIAS, B, Carlos, A. Cartilla Cafetera Tomo I. CENICAFE, 2008. Pg. 8-14.

5.3.3.3. PLAGA DEL CAFE

a. Broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari)

H. hampei, principal plaga de carácter económico, presente en la mayoría de los países que producen café en el mundo.²⁸

Logra infestar frutos verdes y maduros por igual, hasta incluso aquellos secos aun en la planta o en el suelo produciendo gran cantidad de daños; reduce desde la calidad y peso del fruto e incluso de la bebida.²⁹

“La broca es considerada el principal insecto plaga del cultivo de café en el país, la cual es uno de los factores que contribuyen directa e indirectamente con la baja rentabilidad del mismo. La broca tiene la capacidad de reducir la cosecha en más de un 50% al disminuir la conversión de café uva: pergamino”.³⁰

Las hembras viven de 5 a 6 meses poniendo en total 74 huevos, pueden perforar varias cerezas por el ombligo, dura 5 horas aproximadamente, hasta llegar a la almendra donde se alimenta y adelantan su proceso reproductivo. Para su reproducción prefieren frutos sobre maduro, maduro y verdes. De acuerdo con la temperatura media y la dinámica población de la broca del café, el insecto puede atacar los frutos después de la décima semana de formados.(Imagen 5)

²⁸ MURPHY, S T. MOORE, D. Biological control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), previous programmer and possibilities for the future. Biocontr News, 1990. Pg. 107-117.

²⁹ BRUN, L, O; MARCILLAUD, C; GAUDICHON, V. Cross resistance between insecticides in coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), Bull Entomol Res. from New Caledonia. 1994. 84: 175-178.

³⁰ CAMILO, José, E. OLIVARES, Frank F. JIMÉNEZ, Héctor, A. Fenología y reproducción de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) durante el desarrollo del fruto. Agronomía Mesoamericana, vol. 14. 2003. Pg. 2.



Figura 8: *H. hampei* cerca al ombligo de café ya afectado.

Fuente: <https://goo.gl/rIVtem>

Para clasificar la broca según su estado de posicionamiento, se utiliza la clasificación utilizada por el Centro Nacional de Investigaciones de Café (Figura 1).

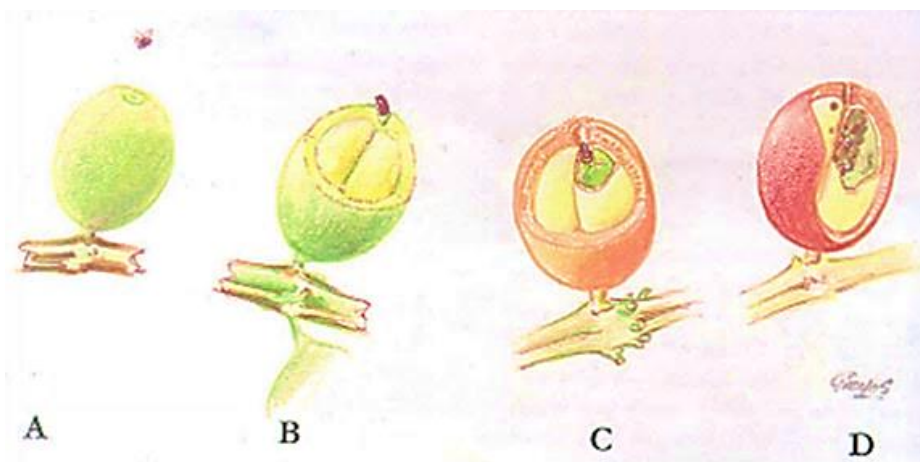


Figura 9: Clasificación de la broca según estado de posicionamiento utilizada por CENICAFE, Colombia.

b. Ciclo de vida de la broca

RUIZ, R.³¹. BUSTILLO, A. E.; POSADA, F. J.; GONZÁLEZ M. T.³²; GAVIRIA, A. H.; CÁRDENAS, R.; MONTOYA, E. C.; MADRIGAL, A.³³; MONTOYA, S.³⁴. En Colombia se han llevado a cabo varios estudios al respecto. Existen considerables diferencias en cuanto a la información sobre la duración de sus estados, pero esto obedece fundamentalmente a diferencias en las condiciones ambientales de los diversos estudios, especialmente de temperatura.

Cuando la hembra colonizadora inicia su ovoposición, permanece en el interior del fruto del café hasta su muerte cuidando de su progenie. En condiciones de la zona central se ha determinado que en un fruto de café, desde el momento que es susceptible al ataque de la broca hasta la época de cosecha, se pueden producir dos generaciones de la broca. Sí, no se cosechan y se dejan secar en el árbol, puede llegar a cuatro generaciones. La hembra de la broca del café emerge de la pupa para luego de tres días poder iniciar posturas. Su período de ovoposición es de unos 20 días y se estima que en Colombia 15 días lo cual coloca entre dos y tres huevos/día, su incubación dura 7,6 días (23°C), el estado larva 15 días machos y 19 hembras, la pre-pupa dos días y la pupa 6,4 días (25,8°C).

³¹ RUIZ, R. Efecto de la fenología del fruto del café sobre los parámetros de la tabla de vida de la broca del café; *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tesis: Ingeniero Agrónomo. Colombia. 1996. Pg. 87.

³² BUSTILLO, A. E.; CÁRDENAS R.; VILLALBA, D.; BENAVIDES, P.; OROZCO, J.; POSADA F. Manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Cenicafé. 1998. Pg. 134.

³³ GAVIRIA, A. H.; CÁRDENAS, R.; MONTOYA, E. C.; MADRIGAL, A. Incremento poblacional de la broca del café *Hypothenemus hampei* relacionado con el desarrollo del fruto del cafeto. Revista Colombiana de Entomología. 1993. Pg. 145-151.

³⁴ MONTOYA, S.; CÁRDENAS R. Biología de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en frutos de café de diferentes edades. Revista Cenicafé. 1994. Pg. 513.

BUSTILLO, A. E.; CÁRDENAS R.; VILLALBA, D.; BENAVIDES, P.; OROZCO, J.; POSADA F. ³⁵ precisan que el adulto macho de la broca no tiene solo función reproductora. Es de menor tamaño, y se encuentra siempre en el interior de los frutos, además es incapaz de perforar un fruto. Debido a que los músculos de sus alas se encuentran atrofiados impidiéndole volar. Este comportamiento explica por qué no es viable el uso de atrayentes sexuales para el manejo de este insecto.

MIGUEL, A. E.; PAULINI, A. E. ³⁶ Cuando una hembra demora en penetrar el fruto se encontró que éste varía de acuerdo con el estado de desarrollo del fruto así: frutos verdes requieren en promedio 5 horas 36 minutos, mientras que frutos pintones 5 horas 54 minutos, frutos maduros 4 horas 50 minutos y frutos secos 11 horas 21 minutos.

5.3.3.4. La planta de Neem (*A. indica*)

El Neem soporta la sequía, ayuda a controlar la erosión de los suelos, da buena sombra y es capaz de crear un microclima de frescura y verdor en condiciones semiáridas, calientes y secas, su temperatura es de los 5 °C hasta 50 °C; por debajo de los 10°C se reduce la fructificación y la presencia de heladas puede ocasionar la muerte del árbol.³⁷ Sus hojas, al caer, se descomponen y ayudan a recuperar hasta los suelos más degradados. OSUNA³⁸, recomienda establecer en el predio agrícola una barrera rompevientos con árboles de Neem; con las mejores condiciones de

³⁵ BUSTILLO, A. E.; CÁRDENAS R.; VILLALBA, D.; BENAVIDES, P.; OROZCO, J.; POSADA F. Manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Cenicafé. 1998. Pg. 134.

³⁶ MIGUEL, A. E.; PAULINI, A. E. Velocidade de penetração da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) no fruto do café. En: Congresso Brasileiro de pesquisas Cafeeiras, 3. Resumos. Curitiba. Rio de Janeiro, IBC. 1975 p. 50-52.

³⁷ RODRÍGUEZ, J. El árbol de nim. Consultado en agosto de 2010. [en línea] www.arbordenim.com. 2002

³⁸ OSUNA, L. E. Establecimiento de barreras rompevientos con Neem (*Azadirachta indica*, Juss) para la protección de cultivos en Baja California Sur. Desplegable Técnica Núm. 14. INIFAP-Campo Experimental Todos Santos. La Paz, B.C.S., México. 2003

suelo con aquellas que presentan buen drenaje y con textura franco-arenosa o franco-arcillosa además esta plantación permitirá, reducir la evaporación del agua y mejorar las condiciones ambientales del sitio.

a. Clasificación y descripción botánica.

TAXNOMIA	NOMBRE
Reino	Vegetal
Subreino	Trachaeophyta
Division	Embriofitas
Subdivision	Angiospermas
Clase	Dicotiledonea
Orden	Geraniales
Familia	Meliaceae
Genero	<i>Azadirachta</i>
Especie	<i>Azadirachta indica</i>

Tabla 2: Clasificación taxonómica del Neem.

Fuente: Baley 1977.

MARTINEZ, S.S.³⁹ El árbol de Neem crece bien en zonas tropicales y subtropicales. Es una planta que pertenece a la familia Meliaceae, como la caoba, y ahora se conoce con el nombre botánico *A. indica* A. Juss. El tamaño del árbol puede variar de 15 a 20 m de altura, con un tronco recto medio-vertical de 30 a 80 cm de diámetro. De hojas perennes, tipo imparipennadas, alternando con los prospectos de luz de color verde intenso.

b. Árbol

El tronco del Neem se desarrolla recto llegando a alcanzar un grosor hasta de 2.5mt; este tiene una corteza de color rojizo a gris con un espesor de 2.5cm aproximadamente; el árbol llega a una altura de 30mt con diámetros de la copa de 25mt. Su edad oscila entre los 200 años.

³⁹ MARTINEZ, S.S. Nim - *Azadirachta indica* Natureza, Usos Múltiplos, Produção. Publicado pelo IAPAR - Londrina. 2002.



Figura 10: Árbol de Neem

Fuente: <https://goo.gl/R5U2gP>

c. Raíz

Tiene una raíz principal y pivotante con buen crecimiento y desarrollo, resistente a la sequía, esto le permite proliferar en suelos pobres, esta puede alcanzar una longitud de hasta el doble de la del mismo árbol siendo propicia para la extracción de nutrientes del suelo profundo.

d. Hoja

Peciolada con forma aserrada con una longitud de 7 hasta 10cm y un ancho de 3 o 4cm. Las hojas jóvenes son de color rojo cobrizo, y las más maduras se tornan de un verde oscuro. Las hojas se disponen en folíolos de 35cm de largo separados de a 3 o 4cm. Cada folíolo tiene 7 pares, también son compuestas. Las hojas pueden caer del árbol debido a extremas sequías o a heladas.



Figura 11: Hojas de Neem

Fuente: <https://goo.gl/x8yo3G>

e. Flor

Es de un tamaño pequeño de unos 5 mm, blanco o amarillento, bisexual, actinomorfa, crece en racimos de hasta 22 cm de manera axilar. Su aroma y néctar son clave para la polinización. Pero estas dependen de las condiciones edafoclimáticas para su desarrollo y fecundidad, dependen de la iluminación que reciben y también de la humedad del suelo, siendo estos factores los que estimulan o inhiben el aborto floral.



Figura 12: Flor de Neem

Fuente: <https://goo.gl/giLfvz>

f. Fruto

Es una drupa de forma elipsoidal, lisa de 1 a 2.5cm de longitud, que crece en racimos. Su color inicial es verde con un endocarpio blanco y duro; cuando está madura la cascara se vuelve amarilla. Su pulpa es jugosa y de sabor dulce. Esta puede ser consumida por mamíferos y aves. Su maduración no es uniforme ni simultanea (se pueden ver ramas con flores y frutos amarillos o verdes).



Figura 13: fruto de *A. indica*

Fuente: <https://goo.gl/VZKcmS>

g. Semillas

Tiene una forma elipsoide, con una longitud de 1.4cm y 6.5 mm de ancho. Está envuelta con una cascara de color café o crema claro(al secarse) que puede contener de una a dos semillas en ciertos casos. Esta se considera la parte más importante ya que es allí donde se conservan ls mejores propiedades repelentes e insecticidas.



Figura 14: Semillas de *A. indica*

Fuente 1: <https://goo.gl/gwrZKR>

h. Origen y distribución.

Su origen exacto es incierto, pero la mayoría coinciden con que es originario de zonas secas de la India en la montaña Siwalik o en Birmania, mayormente de la zona suroeste del continente Asiático. Otros ubican al Neem en el sector Indo-Pakistani, como, Sri Lanka, Birmania, Tailandia, Malasia e Indonesia. Actualmente se puede encontrar en más de 78 países, desde Asia, África, Oceanía, Sur y Centro

América. Se calcula una población mundial del árbol en unos 2000 millones, con su mayoría en Asia, donde se cultivan o crecen de manera silvestre.⁴⁰

i. Efectos plaguicidas y repelentes del Neem

Sobre el Neem se han realizado gran cantidad de estudios que demuestran que sus compuestos tienen acción insecticida y repelente.⁴¹

Como compuesto biológicamente más activo se encuentra el tetranortriterpenoide azadiractina, que puede ser obtenido de los aceites o extractos de las semillas del Neem. Entre los muchos otros componentes activos aislados de esta Meliaceae, están la salanina, meliantról, gedunina, nimbolina, nimbinem, dacetilsalanina, siendo la azadiractina siempre el más eficiente. Por otra parte la azadiractina se ha comprobado en hojas, pero otros compuestos similares están presentes en estas pudiendo tener cierta efectividad.⁴²

La azadiractina o aza, tiene como principal efecto, regulador de crecimiento y antialimentario⁴³. Se aprecian también acción en diversos procesos reproductivos, reduciendo de la fecundidad o fertilidad⁴⁴. Los efectos del aceite y de extractos de

⁴⁰ National Research Council (NRC). Neem. A tree for solving global problems. Report of an Ad Hoc panel of the board on Sci. and Technol. For international development. National Academy Press. Washington, D.C. 1992. Pg. 107.

⁴¹ MARTINEZ, S, S. O nim - *Azadirachta indica* - natureza, usos múltiplos, produção. IAPAR, Londrina. 2000. Pg. 142.

⁴² SCHMUTTERER, H. The neem tree *Azadirachta indica* A. Juss. and other meliaceous plants. VCH, Weinheim. 1995. Pg. 696.

⁴³ MORDUE, (Luntz) A, J; NISBET, A J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: Its actions against insects. An Soc Entomol Brasil. 2000. Pg. 615-632.

⁴⁴ CORREIA, A, A; WANDERLEY-TEIXEIRA, V; TEIXEIRA, A, A, C; OLIVEIRA, J, V; TORRES, J, B. Morfologia do canal alimentar de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) larvae (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas tratadas com nim. Neotrop Entomol. 2009. Pg. 83-91.

nim en otra plaga del café, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) (Lepidoptera: Lyonetiidae), fueron demostrados en laboratorio por Martínez & Meneguim.⁴⁵

LOCKE, J.C.⁴⁶. “Aunque los efectos de producto a base Neem son bien conocidos en el control de insectos, también pueden influir en otros organismos. Por otro lado, la planta contiene compuestos que pueden producir un aumento en la producción de ciertas especies beneficiosas para la agricultura como lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) utilizados en el mejoramiento del suelo y los compuestos que parecen ser benigno a arañas, mariposas, las abejas que polinizan cultivos y árboles, mariquitas consumen áfidos y avispas actúan como parásitos en diversas plagas agrícolas”.

⁴⁵ MARTINEZ, S, S; MENEGUIM, A, M. Redução da oviposição e da sobrevivência de ovos de *Leucoptera coffeella* causadas pelo óleo emulsionável de nim. Man Integr Plagas. 2003. Pg. 30-34.

⁴⁶ LOCKE, J.C. “Fungi” In: “The Neem Tree”. Edited By H. Schmutterer, VHC. 1995. p. 118-26.

5.4. MARCO LEGAL

5.4.1. LEY 9 DE 1979: DE LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS -PLAGUICIDAS- ARTÍCULOS PIROTÉCNICOS.

Artículo 130º.- En la importación, fabricación, almacenamiento, transporte, comercio, manejo o disposición de sustancias peligrosas deberán tomarse todas las medidas y precauciones necesarias para prevenir daños a la salud humana, animal o al ambiente, de acuerdo con la reglamentación del Ministerio de Salud.

Plaguicidas.

Según el **artículo 136º, 138º y 139º** El ministerio de salud establecerá las normas para la protección de la salud y la seguridad de las personas contra los riesgos derivados de los plaguicidas destinados a uso agropecuario dando autorización para importación o fabricación de muestras de plaguicidas para fines de investigación, experimentación o registro. Cuando la experimentación con estos productos pueda causar daño a la salud de los trabajadores, de la población o del ambiente tal actividad debe someterse a la vigilancia de las autoridades de salud, las cuales exigirán la adopción de las medidas necesarias para prevenir o remediar tales daños.

Artículo 144º.- Los residuos procedentes de establecimientos donde se fabriquen, formulen, envasen o manipulen plaguicidas así como los procedentes de operaciones de aplicación no deberán ser vertidos directamente a cursos o reservorios de agua, al suelo o al aire. Deberán ser sometidos a tratamiento y disposición de manera que no se produzcan riesgos para la salud.

5.4.2. MINISTERIO DE SALUD DECRETO 775 DEL 16 DE ABRIL DE 1990

Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos III, V, VI, VII y XI de la Ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas.

De acuerdo al Artículo 1 y 2: Del Objeto del Control y Vigilancia Epidemiológica y Régimen aplicables al uso y manejo de plaguicida deberá efectuarse con el objeto de evitar que afecten la salud de la comunidad, la sanidad animal y vegetal o causen deterioro del ambiente; mientras que el uso y manejo de Plaguicidas estarán sujetos a las disposiciones contenidas en la Ley 09 de 1979, el Decreto 2811 de 1974, Reglamento Sanitario Internacional, Ministerios de Salud y de Agricultura o sus institutos adscritos.

5.4.3. RESOLUCIÓN 187 DE 2006

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Por la cual se adopta el Reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaclado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación, comercialización, y se establece el Sistema de Control de Productos Agropecuarios Ecológicos.

CAPITULO I

ARTICULO 1 y 2. OBJETO. En el presente documento se describen los principios, directrices, normatividad y requisitos mínimos que deben cumplir los operadores para la producción agropecuaria ecológica, así como los organismos de control y el sistema de control para dichos productos; CAMPO DE APLICACIÓN. Este Reglamento se aplicará en todo el territorio nacional a los sistemas de producción y comercialización de productos ecológicos provenientes como productos agrícolas vegetales y pecuarios no transformados, procesados y alimenticios importados

5.4.4. LEY 1252 DEL 2008

Artículo 2°. *Principios.* Con el objeto de establecer el alcance y contenido de la presente ley, se atenderán los siguientes principios:

1. El Estado será responsable de atender con debida diligencia la prohibición del ingreso y tráfico de residuos peligrosos provenientes de otros países, cualquier forma de residuo o desecho peligroso se sancionará, de acuerdo con la ley.
2. Minimizar la generación de residuos peligrosos mediante la aplicación de tecnologías ambientalmente limpias y la implementación de los planes integrales de residuos peligrosos.
3. Prohibir el almacenamiento o eliminación de residuos o desechos peligrosos en ecosistemas estratégicos o importantes del país, en áreas protegidas o de sensible afectación ecológica, zonas de influencia de humedales o zonas de protección, o recarga hídrica dulce o en mares u océanos.
4. Diseñar planes, sistemas y procesos adecuados, limpios y eficientes, de tratamiento, almacenamiento, transporte, reutilización y disposición final de residuos peligrosos que propendan al cuidado de la salud humana y el ambiente.
5. Implementar estrategias y acciones para sustituir los procesos de producción contaminantes por procesos limpios, inducir la innovación o reconversión tecnológica, las buenas prácticas de manufactura o la transferencia de tecnologías apropiadas.
6. Ejercer una política de producción como estrategia empresarial, que genere conciencia y responsabilidad social que incluya el trabajo conjunto entre el

Estado, la empresa, la academia y la comunidad, involucrando la información pública como pilar de la gestión integral de los residuos peligrosos.

7. Aprovechar al máximo los residuos peligrosos susceptibles de ser devueltos al ciclo productivo como materia prima, disminuyendo así los costos de tratamiento y disposición final.

6. METODOLOGÍA

6.1. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1.2. Diseño Experimental.

El experimento se llevó a cabo en el cultivo de café *Coffea arabica* L. de la variedad Castillo, ubicado en la Granja Experimental Villa Marina, de la Universidad de Pamplona. La topografía pertenece a un pendiente húmeda, ubicada geográficamente con Latitud 07°32'059" Norte, Longitud 72°38'174" Oeste, con altura en la sede social es de 1100 metros (parte baja), y de 1800 en la parte alta (Bella Vista), su temperatura promedio 20 °C y con una precipitación de 1400 mm, anual. El lote de Castillo en el que se realizó el ensayo se encuentra ubicado a una Latitud 07°31.748" Norte, Longitud 72°37'537" Oeste, a una altura de 1749 m.s.n.m y un área total de 3427 m². El periodo experimental estará comprendido entre los meses de agosto a noviembre de 2017.

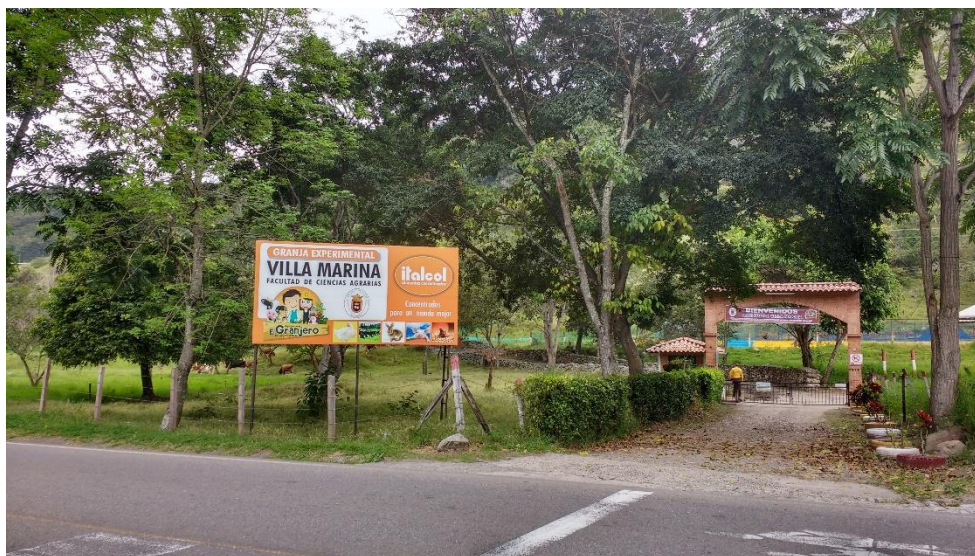


Figura 15: Entrada a la Granja Experimental Villa Marina de la Universidad de Pamplona

Fuente: Archivo personal

El diseño experimental fue completamente al azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento (Ver anexo 1). Se procedió a la búsqueda de 14 árboles de café y de estos se seleccionaron 2 ramas productivas que correspondieron cada una a una repetición de un tratamiento, las cuales se marcaron con cinta roja, teniendo cuidado de mantener la separación entre plantas para evitar posibles “efecto de bordura” (Ver figuras 16 y 17).



Figura 16: Cultivo de café, Variedad Castillo

Fuente: Archivo personal



Figura 17: Selección y marcado de las unidades experimentales propicias para el desarrollo del experimento.

Fuente: Archivo personal

Cada Unidad Experimental debía presentar granos en el estado fenológico preferido por las hembras de broca debido a su contenido de humedad (16 a 20 semanas). Posteriormente se procedió a la limpieza de dichas ramas para eliminar los granos brocados y la presencia de otros insectos o brocas. Después de hecha la limpieza de las unidades experimentales, se realizó una aspersion, por debajo y sobre la rama (haz y envés) con ayuda de una bomba de espalda manual, siempre lavándola para hacer el cambio de los diferentes tratamientos previamente diluidos y filtrados, siempre empezando desde el tratamiento con la menor concentración al de mayor concentración como último (ver figuras 18 y 19). Posterior a esto se dejó secar por un minuto aproximadamente cada tratamiento para evitar el daño por la humedad a las hembras de broca que posteriormente se introdujeron en la jaula.



Figura 18: Aplicación de los extractos de hojas y semillas de Neem.

Fuente: Archivo personal



Figura 19: unidad experimental asperjada.

Fuente: Archivo personal

Al finalizar la aplicación del tratamiento, se cubrió la rama con su respectiva jaula entomológica o “manga” (Ver figura 25), siendo esta amarrada por sus dos entradas con abrazaderas plásticas. Cada manga se infestó con 10 insectos (10 hembras de broca del café). Las hembras de broca de café se obtuvieron de frutos infestados y recogidos dentro del cultivo de café y de sus alrededores un día antes de la aplicación del ensayo (Ver figuras 20 y 21). Una vez recuperadas las brocas se mantuvieron en grupos de diez en pequeños viales siendo introducidas en cada rama (unidad experimental). Realizando dicho proceso individualmente en cada unidad experimental.



Figura 20: Disección de granos de café brocados.

Fuente: Archivo personal



Figura 21: Recipiente con brocas hembras colectadas.

Fuente: Archivo personal

- Tratamientos:

1. Extracto de semilla 100% (solución madre) 2kg de semillas trituradas * 20lt de agua
2. Extracto de semilla 66%
3. Extracto de semilla 33%
4. Extracto de hojas 100%(solución madre) 2kg de hojas trituradas * 20lt de agua
5. Extracto de hojas 66%
6. Extracto de hojas 33%
7. Testigo (Control) Agua

6.1.3. Preparación de los extractos acuosos de Neem

Las semillas y hojas de *A. indica* se cosecharon en los parques de la ciudad de Cúcuta – Norte de Santander. Colectando los frutos con epicarpio color verde-pálido debido a que este estado fenológico es la etapa en que mayor contenido de azadiractina se acumula en la semilla (Ver figura 22).^{47,48}



Figura 22: Etapas de la maduración del fruto de Neem y su estado propicio para la obtención de extractos más efectivos.

Fuente: Archivo personal

Las hojas se cosecharon una semana antes a su fermentación. Los frutos se despulparon, lavaron, eliminando los restos de mucilago, para luego dejarlos secar a la sombra una semana (Ver figuras 23 y 24). Para realizar los extractos acuosos de semilla se trituraron 100 gramos de semillas por litro de agua con pH 7.0. Para los extractos acuosos de hojas se trituraron de igual manera 100 gramos de hojas por litro de agua con pH 7.0. Ambos se dejaron macerar en recipientes plásticos separados, donde en el primero se destinaron 2,0 kilogramos de semillas en 20 litros de agua; igualmente, se trituraron 2,0 kilogramos de hojas sin peciolo dejándose macerar también en 20 litros de agua y estos se mantuvieron en fermentación

⁴⁷ Hermel, K., E. Pahlich & H. Schumetter, 1987. Azadirachtin content of Neem kernels from different geographical locations, and its dependence on temperature, relative humidity and light. Journal of Agricultural Sciences, 27: 171-184.

⁴⁸ Johnson, S., E.D. Morgan & C.E. Peiris, 1996. Development of the major triterpenoides and oil in the fruits and seeds of Neem (*Azadirachta indica*). Annals of Botany, 78: 383-388.

durante 48 horas. Cumplidas las 48 horas en fermentación se procedió al filtrado para separar el líquido con los metabolitos, de las partes solidas del material vegetal.⁴⁹



Figura 23: despulpado y lavado de frutos de Neem

Fuente: Archivo personal



Figura 24: Semillas de Neem lavadas y dejadas secar.

Fuente: Archivo personal

⁴⁹ Cárdenas, M del C; Marcano Brito, R. V.; GiraldoVanegas, H; y Aquino A. (2007). Biología de la broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) bajo condiciones de campo, en el estado Táchira, Venezuela. ENTOMOTROPICA 22(2):49-55

A partir de la concentración o solución madre al 100%, se obtuvieron disoluciones al 66% y 33%, obteniendo los otros tratamientos. Utilizando la siguiente fórmula para hacer las respectivas concentraciones:

$$V = \frac{C_d (x) V_d}{C_c}$$

Vd: volumen deseado

Cd: concentración deseada

Cc: concentración conocida (solución madre)

Obtenidas las concentraciones, inmediatamente se procedió a su aplicación. Previo a su aplicación, las ramas seleccionadas eran limpiadas y se eliminaban los frutos brocados, asegurando que solo quedarán granos sin ataque de broca. Seguidamente, se hicieron las aspersiones por abajo y por encima de cada rama (unidad experimental) (Ver figuras 18 y 19), dejando secar el producto para colocar la “Manga Entomológica” y proceder a introducir las diez hembras adultas de la broca, para ser cerrada y asegurada en los extremos⁵⁰.

⁵⁰ Cárdenas, M del C; Marcano Brito, R. V.; GiraldoVanegas, H; y Aquino A. (2007). Biología de la broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) bajo condiciones de campo, en el estado Táchira, Venezuela. ENTOMOTROPICA 22(2):49-55

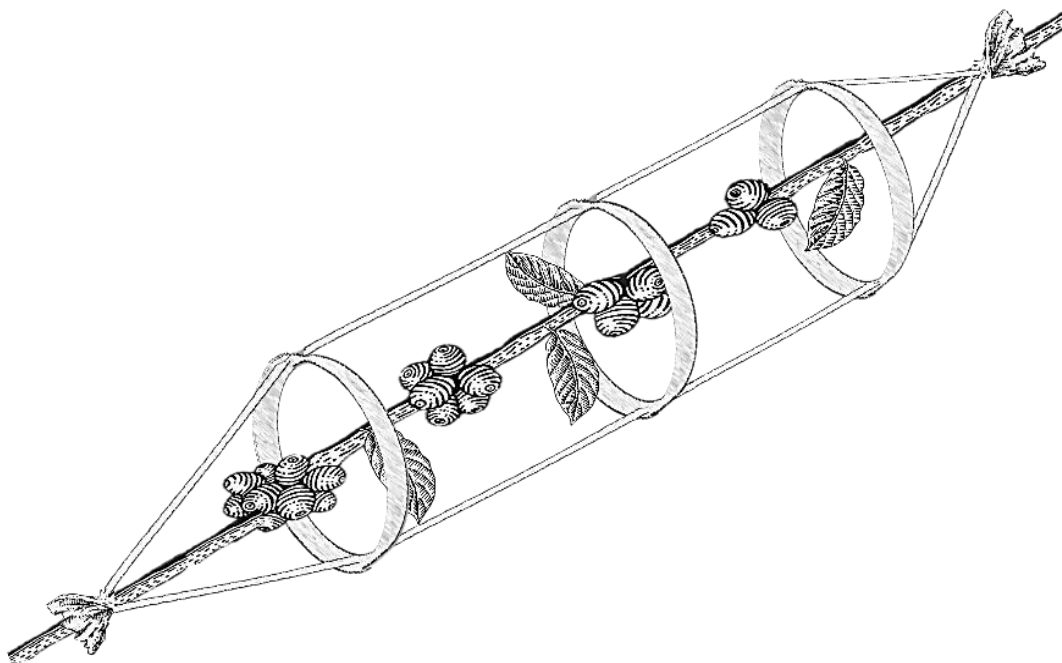


Figura 25: Diseño de la jaula entomológica

Fuente: Giraldo, Gualdron, Toloza.

La mortalidad y repelencia se determinaron al primero, segundo, tercero, sexto y dieciseisavo día después de la aplicación de cada tratamiento. Para evaluar la mortalidad se contabilizaron los individuos muertos en cada unidad experimental (repetición) y hora programada comprendida entre las 9 y 11 am; mientras que para evaluar la repelencia se contabilizaron los individuos que no hayan brocado los frutos, tanto vivos como muertos, y los individuos que hayan brocado los frutos en cada repetición y hora programada. Todos estos datos se anotaban en una planilla de campo diseñada que contenía las variables como, los Frutos Brocados, Individuos Vivos y los Individuos Muertos en cada repetición. (Ver anexo 1)

Las observaciones finalizaron debido a que en la última observación ya no se encontraron adultos de broca vivos ni muertos.

Los datos fueron analizados estadísticamente por medio del Software SPSS Statistic 23.0 con pruebas de Tukey para determinar diferencias significativas entre los tratamientos.

6.1.4. Disección de granos brocados para la obtención de los diferentes estadios biológicos

Una vez finalizadas las evaluaciones, se procedió a coleccionar los granos brocados (Ver figura 26) en cada unidad experimental, colocando los granos en recipientes individuales, marcados con el tratamiento correspondiente. Se llevaron al Laboratorio para realizar la disección de estos y recuperar todos los estados biológicos (huevos, larvas, pupas y adultos) dentro de cada grano (Ver figuras 27, 28 y 29).

Una vez recuperados los estados biológicos de la broca del café, fueron anotados en una tabla, para determinar el número de huevos, larvas, pupas y adultos presentes en cada grano y en cada tratamiento y de esta manera determinar si la aplicación de los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem, tenían efecto en la ovoposición de las hembras que había brocado los granos durante el desarrollo del experimento.

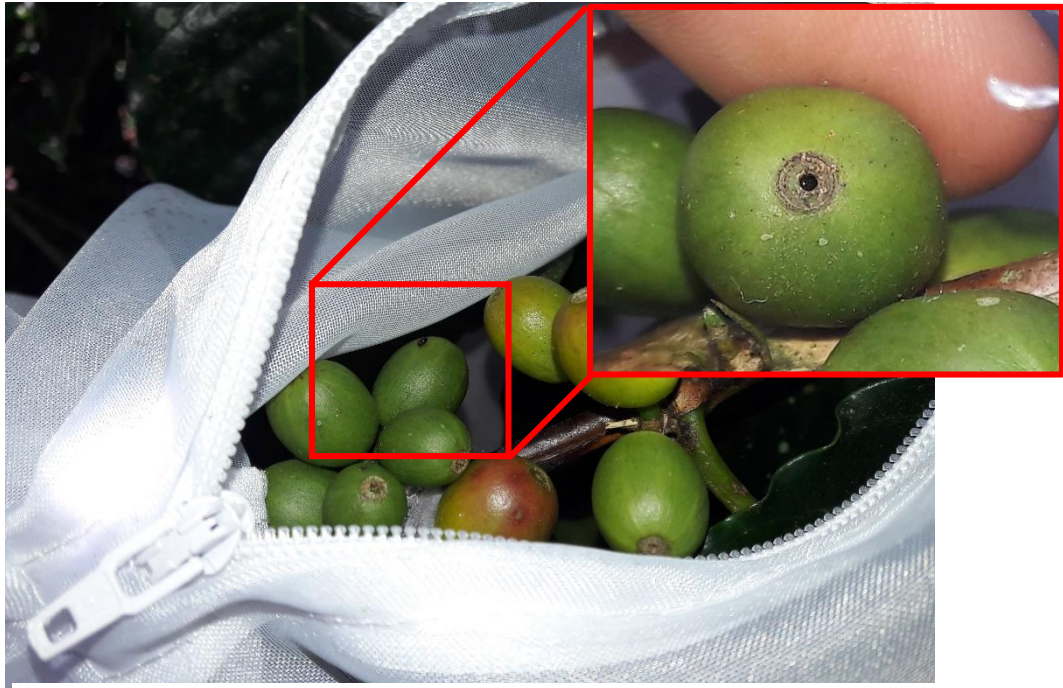


Figura 26: Grano de café perforado por *H. hampei*

Fuente: Archivo personal

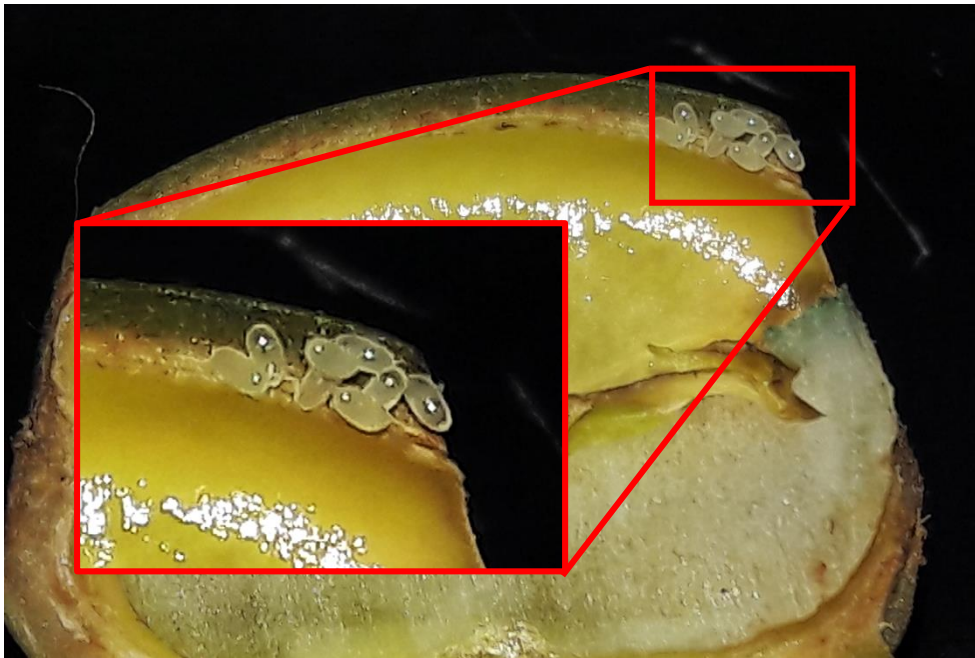


Figura 27: Huevos de *H. hampei*.

Fuente: Archivo personal



Figura 28: Hembra de *H. hampei* en galería de ovoposición.

Fuente: Archivo personal

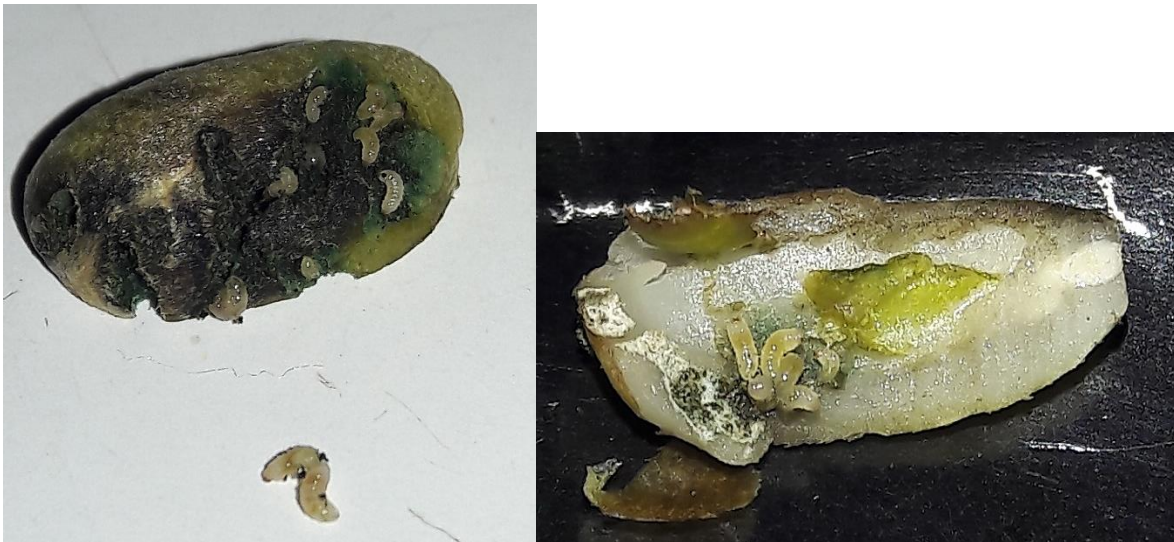


Figura 29: Larvas de *H. hampei* en grano de café.

Fuente: Archivo personal

7. RESULTADOS

7.1. Repelencia (Granos Brocados)

En el presente trabajo la repelencia fue interpretada como los diferentes porcentajes de granos brocados en cada tratamiento. Para determinar las diferencias entre los distintos tratamientos, los datos fueron sometidos al programa SPSS v23.0. Con la prueba de Tukey se encontraron las diferencias significativas que existieran entre estos.

Tabla 3. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados en granos brocados en cada tratamiento, en la 1^{ra} evaluación (17/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.

Día/ muestreo	1	
Tratamiento	n	Promedios transformados
Control	4	1,21 a
Hojas 100	4	0,82 ab
Hojas 66	4	0,76 abc
Hojas 33	4	0,42 bc
Semilla 33	4	0,35 bc
Semilla 66	4	0,06 c
Semilla 100	4	0,06 c

* Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

En la Tabla 3; se puede observar que en la primera evaluación, un día después de la aplicación de los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem, estos demostraron un efecto repelente contra la broca del café *H. hampei*, generándose cinco grupos con diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos; así, un primer grupo con el Control con 1,21; un segundo grupo con el Tratamiento Hojas 100% con 0,82; un tercer grupo con el Tratamiento Hojas 66% con 0,76; un cuarto grupo con los Tratamientos Hojas 33% y Semilla 33% con 0,42 y 0,35 y, un quinto grupo con los Tratamientos Semilla 66% y Semilla 100%, ambos con 0,06.

Este efecto inmediato y significativo de los extractos de semillas de Neem se puede deber al alto contenido de Azadirachtina la cual actúa como repelente y fagodisuasivo antialimentario, como lo registran varios autores trabajando con otros insectos.^{51,52}

Tabla 4. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados en granos brocados en cada tratamiento, en la 2^{da} evaluación (18/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.

Día/ Muestreo	2	
Tratamiento	n	Promedios transformados
Control	4	1,57 a
Hojas 66	4	1,23 ab
Hojas 100	4	1,07 abc
Hojas 33	4	0,62 bc
Semilla 33	4	0,49 bc
Semilla 66	4	0,42 bc
Semilla 100	4	0,35 c

* Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

Como se puede observar en la Tabla 4; correspondiente a la segunda evaluación, a dos días después de la aplicación de los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem, estos continuaron mostrando un efecto repelente contra la broca del café *H. hampei*, generándose cinco grupos con diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos; así, un primer grupo con el Control con 1,57; un segundo grupo con el Tratamiento Hojas 66% con 1,23; un tercer grupo con el Tratamiento Hojas 100% con 1,07; un cuarto grupo con los Tratamientos Hojas 33%, Semilla 33% y

⁵¹ TRUMM, P; DORN, A. Effects of azadirachtin on the regulation of midgut peristalsis by the stomatogastric nervous system in *Locusta migratoria*. *Phytoparasitica*. 2000. PG. 7-26.

⁵² VIANA, P. A; PRATES, H, T. Desenvolvimento e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com extracto aquoso de folhas de *Azadirachta indica*. *Bragantia*. 2003. Pg. 69-74.

Semilla 66% con 0,62 y 0,49 y 0,42 respectivamente y, un quinto grupo con el Tratamiento Semilla 100%, con 0,35.

Tabla 5. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados en granos brocados en cada tratamiento, en la 3^{ra} evaluación (19/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.

Día/ Muestreo	3	
Tratamiento	n	Promedios transformados
Control	4	1,67 a
Hojas 100	4	1,25 ab
Hojas 66	4	1,23 ab
Hojas 33	4	0,80 b
Semilla 33	4	0,77 b
Semilla 100	4	0,77 b
Semilla 66	4	0,71 b

* Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

En la Tabla 5; se puede observar que en la tercera evaluación, tres días después de la aplicación de los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem, estos demostraron todavía un efecto repelente contra la broca del café *H. hampei*, generándose tres grupos con diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos; así, un primer grupo con el Control con 1,67; un segundo grupo con los Tratamientos Hojas 100% con 1,25 y Hojas 66% con 1,23; y un tercer grupo con los Tratamientos Hojas 33% con 0,80, Semilla 33% con 0,77, Semilla 100% con 0,77 y, Semilla 66%, con 0,71.

Tabla 6. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados en granos brocados en cada tratamiento, en la 4^{ta} evaluación (25/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.

Día/ muestreo	6	
Tratamiento	n	Promedios transformados
Control	4	1,78 a
Hojas 100	4	1,25 ab
Hojas 66	4	1,23 ab
Hojas 33	4	0,95 b
Semilla 100	4	0,84 b
Semilla 33	4	0,77 b
Semilla 66	4	0,71 b

* Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

En la Tabla 6; se puede observar que en la cuarta evaluación, seis días después de la aplicación de los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem, estos tienen todavía un efecto repelente contra la broca del café *H. hampei*, formándose tres grupos con diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos; así, un primer grupo con el Control con 1,78; un segundo grupo con los Tratamientos Hojas 100% con 1,25 y Hojas 66% con 1,23; y un tercer grupo con los Tratamientos Hojas 33% con 0,95, Semilla 100% con 0,84, Semilla 33% con 0,77 y, Semilla 66%, con 0,71.

Tabla 7. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados en granos brocados en cada tratamiento, en la 5^{ta} evaluación (1/11/17), en la Granja Experimental Villa Marina.

Día/ muestreo	7	
Tratamiento	n	Promedios transformados
Control	4	2,18 a
Hojas 66	4	1,57 ab
Hojas 100	4	1,57 ab
Hojas 33	4	1,25 b
Semilla 33	4	1,12 b
Semilla 66	4	1,04 b
Semilla 100	4	1,02 b

* Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

En la Tabla 7; se puede observar que en la quinta evaluación, siete días después de la aplicación de los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem, estos continúan con su efecto repelente contra la broca del café *H. hampei*, formándose tres grupos con diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos; así, un primer grupo con el Control con 2,18; un segundo grupo conformado con los Tratamientos Hojas 66% con 1,57 y Hojas 100% con 1,57; y un tercer grupo con los Tratamientos Hojas 33% con 1,25, Semilla 33% con 1,12 Semilla 66%, con 1,04, y Semilla 100% con 1,02.

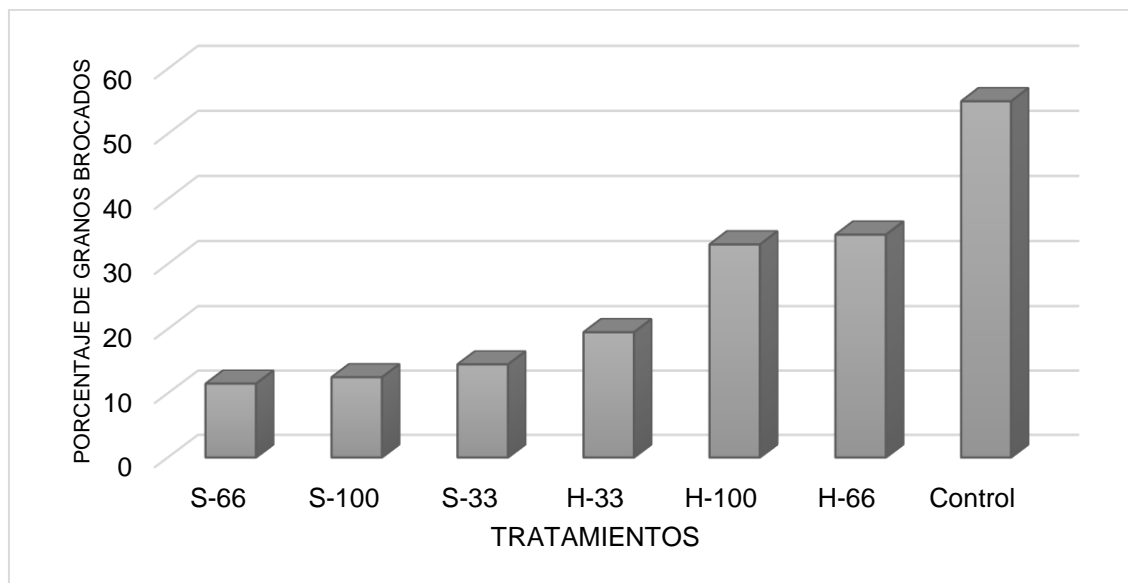


Figura 30: Porcentaje de granos brocados por *H. hampei* en los diferentes tratamientos

El efecto de repelencia de los extractos de hojas y semillas de Neem contra *H. hampei* se puede apreciar en la Figura 30; los extractos de S-66, S-100, S-33 y H-33, tuvieron los más bajos porcentajes de granos brocados, lo que indica el efecto repelente de los extractos de Neem sobre la broca del café, al no ser preferidos por las hembras de *H. hampei* para ser brocados. Con un efecto intermedio en cuanto a repelencia por los tratamientos H-100 y H-66; mientras que el Testigo (Control) mostró los más altos porcentajes de granos brocados comparados con los demás tratamientos.

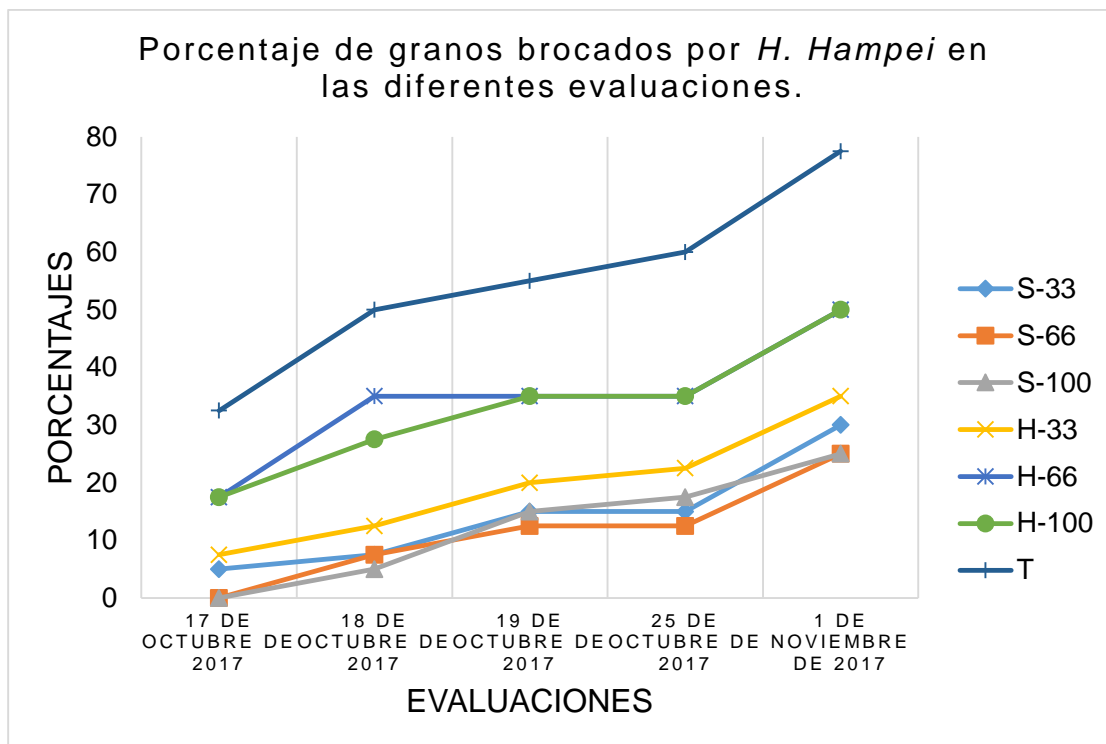


Figura 31: Comportamiento de los tratamientos para granos brocados en las diferentes evaluaciones

En la Figura 31, se observa el comportamiento de los tratamientos en las diferentes evaluaciones realizadas durante todo el experimento. Se aprecia un efecto inmediato de los extractos de Neem en la repelencia causada por los tratamientos S-66, S-100, S-33 y H-33, al día siguiente de realizados, no permitiendo que los granos sean brocados por *H. hampei*. Hay un efecto intermedio de repelencia por los tratamientos H-100 y H-66. El Testigo muestra los más altos porcentajes de granos brocados desde el primer día del experimento con 32.5%, manteniéndose un incremento de granos brocados llegando a ser siempre los más altos durante todo el experimento, hasta presentar un 77.5% de granos brocados el último día del experimento. Los tratamientos S-66 y S-100, llegan solo al 25% de granos brocados, lo que indica claramente el efecto repelente de estos tratamientos en no permitir que los granos de café sean brocados por *H. hampei*.

7.2. Mortalidad de *H. hampei* en los diferentes tratamientos.

Tabla 8. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados de mortalidad en cada tratamiento, en la 1^{ra} evaluación (17/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.

Día/ muestreo	1	
Tratamiento	n	Promedios transformados
Semilla 66	4	0,92 a
Hojas 33	4	0,84 a
Semilla 100	4	0,69 a
Hojas 66	4	0,56 ab
Semilla 33	4	0,06 b
Hojas 100	4	0,06 b
Control	4	0,06 b

* Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

En la Tabla 8; se puede observar que, en la primera evaluación, un día después de la aplicación de los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem, estos causaron una mortalidad a la broca del café *H. hampei*, generándose tres grupos con diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos; así, el primer grupo conformado por Semilla 66% con 0,92, Hojas 33% con 0,84 y Semilla 100% con 0,69 siendo estas las concentraciones que causaron la mayor mortalidad de las brocas del café; un segundo grupo con el Tratamiento de Hojas 66% con 0,56 y un tercer grupo con los Tratamientos Semilla 33% con 0,06, Hojas 100% con 0,06 y el Control con 0,06.

Tabla 9. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados de mortalidad en cada tratamiento, en la 2^{da} evaluación (18/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.

Día/ muestreo	2	
Tratamiento	n	Promedios transformados
Semilla 66	4	1,26 a
Hojas 33	4	1,25 a
Semilla 100	4	1,03 a
Hojas 66	4	0,76 a
Semilla 33	4	0,56 a
Hojas 100	4	0,56 a
Control	4	0,35 a

* Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

En la segunda evaluación, dos días después de la aplicación de los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem, se determinó que no hubo diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en la mortalidad, entre los tratamientos (Tabla 9).

Tabla 10. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados de mortalidad en cada tratamiento, en la 3^{ra} evaluación (19/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.

Día/ muestreo	3	
Tratamiento	n	Promedios transformados
Semilla 66	4	1,72 a
Hojas 33	4	1,57 a
Semilla 100	4	1,29 ab
Semilla 33	4	1,14 ab
Hojas 66	4	1,13 ab
Hojas 100	4	0,97 ab
Control	4	0,49 b

* Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

En la Tabla 10; se puede observar que, en la tercera evaluación, tres días después de la aplicación de los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem, estos causaron una mortalidad a la broca del café *H. hampei*, formándose tres grupos con diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos; así, un primer grupo con los Tratamientos Semilla 66% con 1,72 y Hojas 33% con 1,57; un segundo grupo con Semilla 100% con 1,29, Semilla 33% con 1,14, Hojas 66% con 1,13 y Hojas 100% con 0,97; y un tercer grupo con el Control con 0,49.

Tabla 11. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados de mortalidad en cada tratamiento, en la 4^{ta} evaluación (25/10/17), en la Granja Experimental Villa Marina.

Día/ muestreo	6	
Tratamiento	n	Promedios transformados
Semilla 66	4	1,82 a
Semilla 100	4	1,74 a
Hojas 33	4	1,67 a
Semilla 33	4	1,46 ab
Hojas 66	4	1,25 ab
Hojas 100	4	1,20 ab
Control	4	0,69 b

* Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

En la Tabla 11; se puede observar que, en la cuarta evaluación, seis días después de la aplicación de los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem, estos causaron una mortalidad a la broca del café *H. hampei*, formándose tres grupos con diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos; así, un primer grupo con los Tratamientos Semilla 66% con 1,82, Semilla 100% con 1,74 y Hojas 33% con 1,67 con; un segundo grupo con Semilla 33% con 1,46, Hojas 66% con 1,25 y Hojas 100% con 1,20 y un tercer grupo con el Control con 0,69.

Tabla 12. Prueba de medias de Tukey para los porcentajes transformados de mortalidad en cada tratamiento, en la 5^{ta} evaluación (1/11/17), en la Granja Experimental Villa Marina.

Día/ muestreo	7	
Tratamiento	n	Promedios transformados
Semilla 66	4	1,99 a
Hojas 33	4	1,88 a
Semilla 100	4	1,85 a
Semilla 33	4	1,75 a
Hojas 100	4	1,51 ab
Hojas 66	4	1,46 ab
Control	4	0,69 b

* Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

En la Tabla 12; se puede observar que, en la quinta evaluación, siete días después de la aplicación de los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem, estos siguieron causando la mortalidad a la broca del café *H. hampei*, formándose tres grupos con diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos; así, un primer grupo con los Tratamientos Semilla 66% con 1,99, Hojas 33% con 1,88, Semilla 100% con 1,85 y Semilla 33% con 1,75; un segundo grupo compuesto por Hojas 100% con 1,51 y Hojas 66% con 1,46 y un tercer grupo con el Control con 0,69.

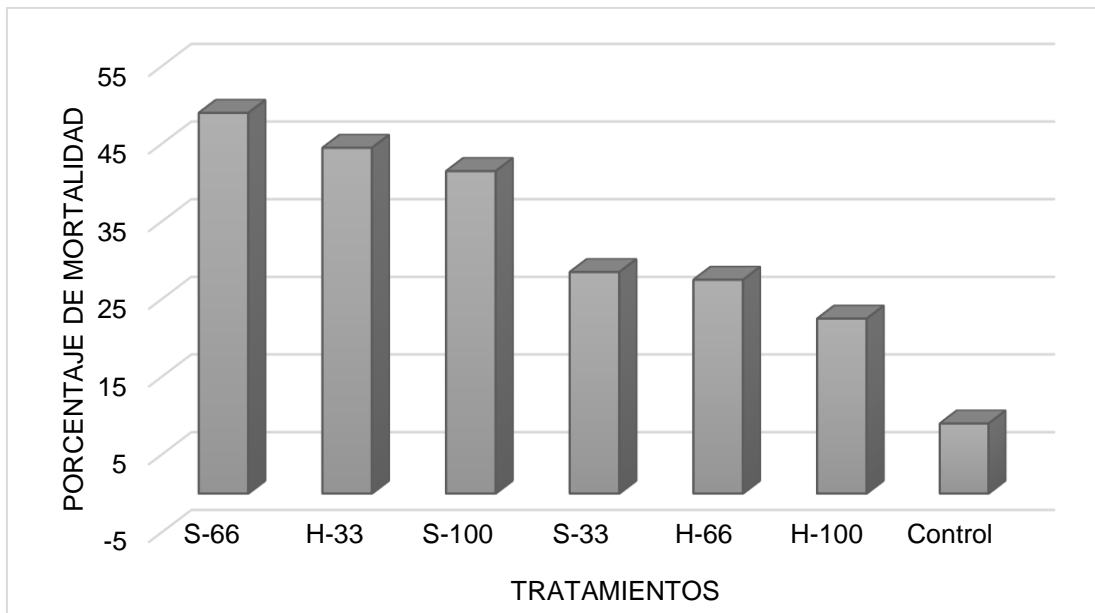


Figura 32: Mortalidad causada por los extractos de Neem contra *H. hampei* en los diferentes tratamientos.

La Figura 32 expresa los porcentajes de la Mortalidad causada por cada uno de los Tratamientos con extractos de hojas y semillas de Neem. Resaltan los tratamientos realizados con S-66, H-33 y S-100 en causar los más altos porcentajes de mortalidad a *H. hampei*, con un efecto intermedio los tratamientos S-33, H-66 y H-100; mientras el Testigo (Control) muestra los más bajos porcentajes de mortalidad, debidos a causas naturales.

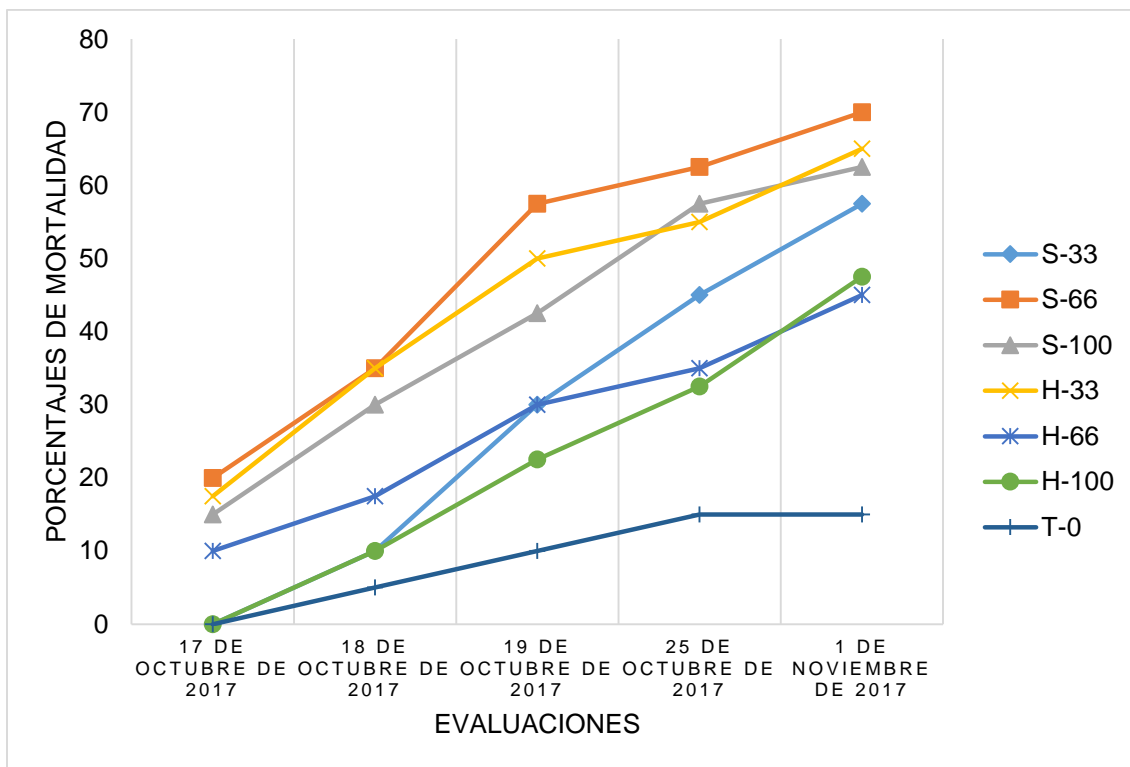


Figura 33: Comportamiento de los tratamientos en cuanto a mortalidad en las diferentes evaluaciones.

En la Figura 33, se aprecia el comportamiento de los tratamientos en las diferentes evaluaciones realizadas durante todo el experimento. Se estima un efecto inmediato de los extractos de S-66, H-33 y S-100, en causar la mortalidad de *H. hampei* al día siguiente a la aplicación de los tratamientos con los extractos a estas concentraciones. Un efecto intermedio con el tratamiento H-66; mientras que los tratamientos H-100, H-66 y el Testigo no causan mortalidad de la broca del café al día siguiente de los tratamientos. Para el segundo día, se empieza a notar el efecto mortal de los extractos de hojas y semillas de Neem, donde las mortalidades siguen incrementándose, mientras en el Testigo la mortalidad se mantiene. Al finalizar el experimento, las mortalidades llegan al 70% como es el caso del tratamiento con S-66 y solo del 15% en el Testigo; demostrando esto la mortalidad que pueden causar los extractos de semillas de Neem, sobre *H. hampei*.

7.3. Efectos de los tratamientos en la tasa reproductiva de las hembras de *H. hampei*

Tabla 13: Número total de Huevos y Larvas encontrados en granos brocados, sometidos a diferentes tratamientos con extractos vegetales de hojas y semillas de Neem.

Trat	Nº Huevos	Nº Larvas
S-33	5	0,75
S-66	4	0
S-100	1,25	0
H-33	7,25	10,25
H-66	5	14,25
H-100	3	8,75
T-0	42,75	26,75

En la Tabla 13; se puede observar que el número total de huevos y larvas en cada tratamiento fue significativamente afectado, indicando estos resultados que la Tasa Reproductiva de las hembras de *H. hampei*, son afectadas drásticamente por los tratamientos con los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem.

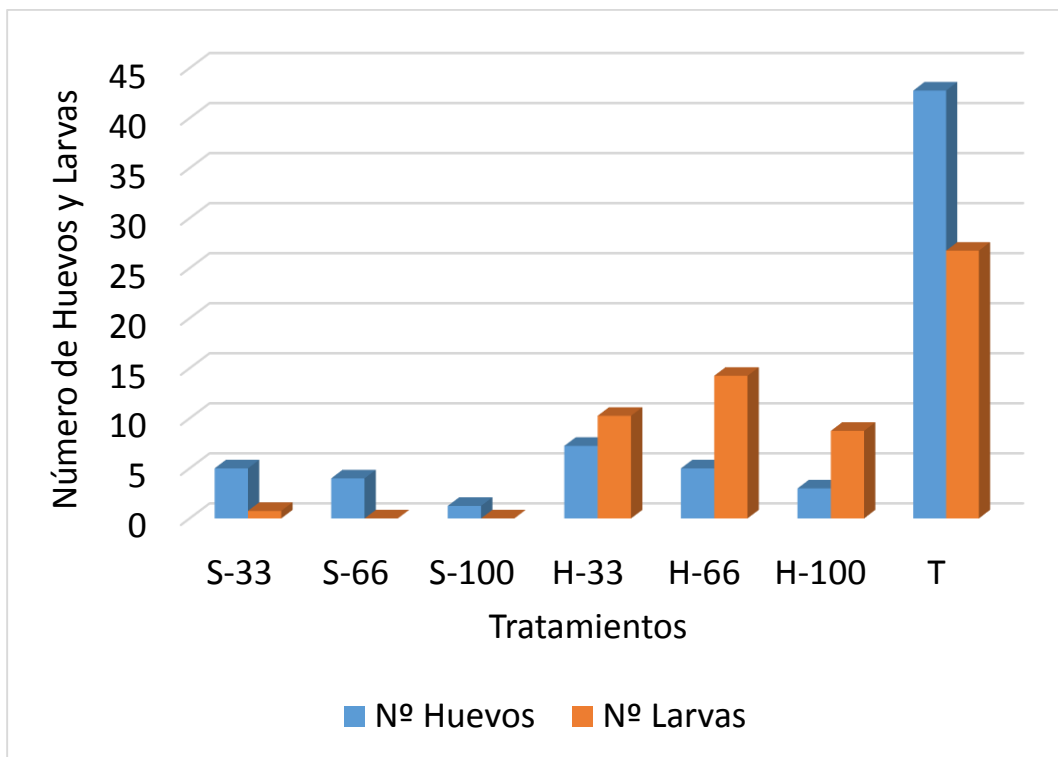


Figura 34: Número de huevos y larvas de *H. hampei* en los diferentes tratamientos

En la Figura 34, se puede observar el efecto en la Tasa Reproductiva de las hembras de *H. hampei*, sometidas a los diferentes tratamientos con extractos vegetales de hojas y semillas de Neem. Lo más notorio es el efecto negativo en la Tasa Reproductiva de las hembras de *H. hampei* sometidas a los Tratamientos con extractos de semillas de Neem; así, las concentraciones de S-100, S-66 y S-33, afectó la ovoposición de las hembras, pues los promedios de huevos en cada tratamiento fueron los siguientes, en Semilla 100 fue de 1,25 huevos, en Semilla 66 fue 4 huevos y en Semilla 33 fue de 5 huevos. El número de larvas encontradas en los diferentes tratamientos también fue muy significativo, no encontrándose larvas en los tratamientos Semilla 66 y Semilla 100, en Semilla 33 se encontraron 0,75 larvas.

Los tratamientos con los extractos de hojas de Neem, arrojaron los siguientes resultados: En el Tratamiento Hojas 100 se encontraron 3 huevos, en el Tratamiento

Hojas 66 se encontraron 5 huevos, mientras que en el Tratamiento Hojas 33 se encontraron 7,25 huevos. Los tratamientos con extractos de hojas de Neem también tuvieron un efecto en cuanto al número de larvas, encontrándose 8,75 larvas en el Tratamiento Hojas 100, 10,25 larvas en el Tratamiento Hojas 33 y 14,25 larvas en el Tratamiento Hojas 66.

En el Control el número de huevos fue de 42,75 y de 26,75 larvas.

7.4. Discusión de resultados.

Estos resultados indican claramente, el efecto repelente de los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem al no permitir que los granos de café en el campo sean brocados por *H. hampei*, lográndose una protección de los frutos por más de una semana. En la (Figura 30) se observa que los Tratamientos con Semillas 33%, Semillas 66% y Semillas 100% tienen los más bajos porcentajes en cuanto a granos brocados, permitiendo esos resultados aseverar que fueron los mejores tratamientos en cuanto a la repelencia contra la broca del café. Igualmente, se puede denotar que durante todo el experimento, el Control siempre tuvo los más altos porcentajes en granos brocados. Estos tratamientos ayudan a concluir que con dos a tres aplicaciones en la etapa crítica de la semana dieciséis a la veinteaava (Figura 9) mantener a la broca alejada de los granos y de esta manera se pueden disminuir los costos de producción por el reemplazo del “Re Re” por esta nueva alternativa, pudiendo ser incluida dentro del Manejo Integrado de la Broca del Café.

La aplicación de los extractos vegetales de hojas y semillas de Neem, indicaron que causan la mortalidad a la broca del café. En la Figura 33, se muestra el comportamiento de los diferentes tratamientos, durante todo el experimento. Se observa bajos porcentajes de mortalidad en el Control, apreciándose que la mortalidad encontrada es debida principalmente a mortalidad natural por otros factores. En los tratamientos con Semilla 66%, Semilla 100% y Hojas 33% causaron los más altos porcentajes de mortalidad a la broca del café, aclarando así que, inclusive estos tratamientos causaron mortalidades cercanas al 20%, desde el día siguiente a su aplicación. Resultados similares encontraron MOSQUERA, HENAO Y NIÑO⁵³, determinando la actividad insecticida contra *H. hampei* (*in vitro*) utilizando una solución de 1000 mg/lit de extractos de semillas de Neem. De igual manera hubo

⁵³ MOSQUERA, Oscar, M; HENAO, Lina, M. NIÑO, Jaime. Evaluación de la actividad insecticida in vitro de extractos vegetales contra la broca del café. Grupo de Biotecnología-Productos Naturales, Escuela de Tecnología Química, Centro de Excelencia (CIEBREG), Universidad Tecnológica de Pereira. Recursos Naturales y Ambiente/no; Pereira, Colombia; 2016. 58. Pg. 45-50.

resultados que han sido encontrados por investigadores trabajando con otros insectos; así, LEAL⁵⁴ trabajando con *Epilachna varivestis* MULSANT, en condiciones de campo registró el 100 % de mortalidad a los 7 días después de la aplicación de extractos de semillas de Neem.

BARRETO⁵⁵, trabajando con *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), encontró que el mayor efecto disuasivo alimentario se obtuvo en el extracto metanólico de Neem, seguido por el de *P. auritum* y el menor efecto en el extracto de *P.alliacea*. Los porcentajes de mortalidad para *A. indica*, *P. auritum* y *P. alliacea* fueron 38.88, 28.8, 21.22 %, respectivamente, en condiciones de laboratorio.

TRINIDAD Y GAONA⁵⁶, hallaron que concentraciones al 4% de polvo de hojas de semillas de Neem produce efectos repelentes sobre adultos de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera:Bruchidae) en granos almacenados de *Vigna unguiculata*.

Para los trabajos realizados por; BARRIENTOS, ZUMAQUERO, RODRÍGUEZ, ROMERO, LÓPEZ Y HUERTA DE LA PEÑA⁵⁷, evaluando seis extractos vegetales encontraron que los extractos de *A. indica*, son los más prometedores, con valores de repelencia superiores al 70 %, contra ninfas de primer instar del vector *Meccus pallidipennis* (Hemiptera: Reduviidae).

⁵⁴ LEAL, SÁENZ, Alejandro, Susceptibilidad De *Epilachna Varivestis* Mulsant Al Aceite Esencial De Orégano Mexicano Y De Neem En Condiciones De Laboratorio. Tesis Para Obtener El Grado De Maestro En Ciencias En Gestión Ambiental. Instituto Politécnico Nacional. Durango, México. 2011. Pg. 102.

⁵⁵ BARRETO, DELGADO, Erika. Propiedades Entomotóxicas De Los Extractos Vegetales De *Azadirachta Indica*, *Piper Auritum* Y *Petiveria Alliacea* Para El Control De *Spodoptera Exigua*. Tesis Maestro En Ciencias En Biotecnología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Posgrado En Biotecnología Agrícola. Chapingo, Mexico. 2011. Pg. 71.

⁵⁶ TRINIDAD, CABALLERO, Víctor, Luis; GAONA, MENA, Edgar, Francisco. Acción insecticida y repelente del Neem sobre adultos de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) en granos de poroto (*Vigna unguiculata*). Investigar. 2011. Pg.107-111.

⁵⁷ BARRIENTOS, GUTIÉRREZ, Javiera, Estefany; ZUMAQUERO, RIOS, José, Lino; RODRÍGUEZ, HERNÁNDEZ, Cesáreo; ROMERO, NÁPOLES, Jesús; LÓPEZ, OLGUÍN, Jesús, Francisco y HUERTA DE LA PEÑA, Arturo. Entomología mexicana, 2016. Pg. 707-714.

Los efectos repelentes inmediatos fueron demostrados por parte; GIRALDO-VANEGAS, VARGAS, SARMIENTO, HERNÁNDEZ, AMAYA, RAMÍREZ, RAMÍREZ, CONTRERAS⁵⁸, para los extractos de hojas y semillas de Neem usados para el control de *Saccharosydne saccharivora* (Westwood), en cultivos de caña de azúcar.

Cada una de las evaluaciones realizadas de manera continua a los diferentes tratamientos a base de extractos de hojas y semillas de Neem, arrojó resultados favorables, desde los que contenían menores concentraciones a los de mayor, teniendo en cuenta las variables de mortalidad y repelencia. Cabe recalcar que los efectos deseados se obtuvieron en mayor cantidad en los tratamientos cuya fuente provenía de los extractos de semillas; esto permite identificar un control efectivo para el ataque de la broca del café.

⁵⁸ GIRALDO-VANEGAS, Humberto; VARGAS, Álvaro; SARMIENTO, Avelino; HERNÁNDEZ, Edith; AMAYA, Freddy; RAMÍREZ, Miguel; RAMÍREZ, Freddy; CONTRERAS, Eligio, J. Evaluación De Bioplaguicidas Para El Manejo Del Saltahojas Verde De La Caña De Azúcar *Saccharosydne Saccharivora* (Westwood) (Hemiptera:Delphacidae), En El Valle San Antonio-Ureña, Táchira, Venezuela. *Agronomía Tropical*. 2006. Pg. 253-276

8. Conclusiones

- La metodología empleada para la obtención artesanal de los extractos acuosos de semillas y hoja de Neem es fácil de replicar para el productor ya que es artesanal y sencilla.
- En cuanto a la efectividad de los distintos tratamientos para mortalidad y repelencia se determinó que los tratamientos a base de extractos acuosos de semillas de Neem fueron los que presentaron mejores resultados.
- El uso de los extractos de Neem no incrementa los costos de producción para los caficultores en cuanto al control de la broca, ya que esto depende principalmente del control cultural “RE RE” y la *Beauveria bassiana* reflejándose en un aumento de la mano de obra, al contrario de la elaboración de los extractos que pueden ser preparados fácilmente por el productor.
- El uso de bioplaguicidas en el agroecosistema del cultivo del café es viable, pudiendo ser una alternativa nueva para aplicar en el Manejo Integrado de la Broca del Café.
- A partir del primer día después de la aplicación de los tratamientos se observaron los efectos inmediatos de mortalidad y repelencia, esto debido al alto contenido de Azadirachtina que actúa como repelente y fagodisuasivo, como se han registrado por varios autores.
- La capacidad reproductiva de *H. hampei* se vio alterada por los distintos extractos de Neem, comparado con el control en el cual se obtuvieron grandes cantidades de larvas y huevos de esta plaga.

9. Recomendaciones

- Realizar aplicaciones cada dos semanas, a partir de la etapa crítica en la que los granos tienen una humedad propicia que facilite el ataque de la broca. Ya que al ser moléculas vegetales tienden a degradarse rápidamente disminuyendo sus efectos.
- Hacer evaluaciones con menores concentraciones para obtener nuevos tratamientos que no requieran de grandes cantidades de materia prima (Hojas y Semillas de Neem).
- Establecer pequeños cultivos de árboles de Neem, para que el productor pueda preparar sus propios extractos en cualquiera de las etapas productivas del café y así manteniendo un control constante contra la broca del café.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ALVARADO, S, MELVIN. ROJAS, C, GILBERTO. Cultivo y Beneficiado del café, EUNED, San José, Costa Rica, 1994, Pg. 11-15, 109-115.
- ALVARADO, S, Melvin. ROJAS, C, Gilberto. Cultivo Y Beneficio Del Café. Costa Rica: Universidad Estatal A Distancia. 1998. Pg. 11-17.
- BARRETO, DELGADO, Erika. Propiedades Entomotóxicas De Los Extractos Vegetales De *Azadirachta Indica*, *Piper Auritum* Y *Petiveria Alliacea* Para El Control De *Spodoptera Exigua*. Tesis Maestro En Ciencias En Biotecnología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Posgrado En Biotecnología Agrícola. Chapingo, Mexico. 2011. Pg. 71.
- BARRIENTOS, GUTIÉRREZ, Javiera, Estefany; ZUMAQUERO, RIOS, José, Lino; RODRÍGUEZ, HERNÁNDEZ, Cesáreo; ROMERO, NÁPOLES, Jesús; LÓPEZ, OLGUÍN, Jesús, Francisco y HUERTA DE LA PEÑA, Arturo. Entomología mexicana, 2016. Pg. 707-714.
- BAUDI. S. Química de los alimentos. Pearson educación. México. 1993. Pg. 736.
- BRECHELT, A. FERNÁNDEZ, C. L. El árbol para la agricultura y el medio ambiente. Experiencias en la República Dominicana. Publ. Fundación Agricultura y Medio Ambiente. 1995. Pg. 133.
- BRUN, L, O; MARCILLAUD, C; GAUDICHON, V. Cross resistance between insecticides in coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), Bull Entomol Res. from New Caledonia. 1994. 84: 175-178.
- BUSTILLO, A. E; CÁRDENAS R.; VILLALBA, D.; BENAVIDES, P.; OROZCO, J.; POSADA F. Manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Cenicafé. 1998. Pg. 134.
- BUSTILLO, A. E; CÁRDENAS R.; VILLALBA, D.; BENAVIDES, P.; OROZCO, J.; POSADA F. Manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Cenicafé. 1998. Pg. 134.
- CAMILO, José, E. OLIVARES, Frank F. JIMÉNEZ, Héctor, A. Fenología y reproducción de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) durante el desarrollo del fruto. Agronomía Mesoamericana, vol. 14. 2003. Pg. 2.

- CÁRDENAS, M del C; MARCANO, Brito, R. V; GIRAL, DOVANEGAS, H; y AQUINO, A. (2007). Biología de la broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) bajo condiciones de campo, en el estado Táchira, Venezuela. ENTOMOTROPICA 22(2):49-55
- Cárdenas, M del C; Marcano Brito, R. V.; GiraldoVanegas, H; y Aquino A. (2007). Biología de la broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) bajo condiciones de campo, en el estado Táchira, Venezuela. ENTOMOTROPICA 22(2):49-55
- CORREIA, A, A; WANDERLEY-TEIXEIRA, V; TEIXEIRA, A, A, C; OLIVEIRA, J, V; TORRES, J, B. Morfologia do canal alimentar de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) larvae (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas tratadas com nim. Neotrop Entomol. 2009. Pg. 83-91.
- DURAN, M, J. Guía de Ingredientes Activos de Bioplaguicidas. Serie Técnica. Manual Técnico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Proyecto Fomento de Productos Fitosanitarios No Sintéticos. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 2004. Pg. 92.
- FLORIO, S, G. FLORIO & REAL, F. Aplicación del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). Revista Producción y Negocio. 2009. Pg. 26-28.
- FORSTER, P. MOSER, G. Status Report on Global Neem Usage. 2^o ed rev. Universum Verlogsanstalt, Wiesbadem, Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), Division 45 Rural Development, Eschborn, Germany. 2000. Pg. 122.
- GAVIRIA, A. H.; CÁRDENAS, R.; MONTOYA, E. C.; MADRIGAL, A. Incremento poblacional de la broca del café *Hypothenemus hampei* relacionado con el desarrollo del fruto del cafeto. Revista Colombiana de Entomología. 1993. Pg. 145-151.
- GIRALDO-VANEGAS, Humberto; VARGAS, Álvaro; SARMIENTO, Avelino; HERNÁNDEZ, Edith; AMAYA, Freddy; RAMÍREZ, Miguel; RAMÍREZ, Freddy; CONTRERAS, Eligio, J. Evaluación De Bioplaguicidas Para El Manejo Del Saltahojas Verde De La Caña De Azúcar *Saccharosydne Saccharivora* (Westwood) (Hemiptera:Delphacidae), En El Valle San Antonio-Ureña, Táchira, Venezuela. Agronomía Tropical. 2006. Pg. 253-276
- GOTTELAND, MARTÍN. DE PABLO V, SATURNINO. Algunas verdades sobre el café. Revista Chilena de Nutrición, vol. 34. Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología. Santiago, Chile. Pg. 3. 2007.

- Hermel, K., E. Pahlich & H. Schumetter, 1987. Azadirachtin content of Neem kernels from different geographical locations, and its dependence on temperature, relative humidity and light. *Journal of Agricultural Sciences*, 27: 171-184.
- ISMAN, M. B. Botanical Insecticides, Deterrents and Repellents in Modern Agriculture and an Increasingly Regulated World. *Annu. Rev. Entomol. EE.UU.* 2006. Pg. 45-66.
- ISMAN, M. B. S. MIRESMALLI. MACHIAL, C. Commercial Opportunities for Pesticides Based on Plant Essential Oils in Agriculture, Industry and Consumer Products. *Phytochem. Alemania.* 2010.
- JACOBSON, M. Neem research in the US Department of Agriculture: Chemical, biological and cultural aspects. *Proc. 1st Int. Neem conf. Rottach-Egern.* 1980. Pg. 33-42.
- Johnson, S., E.D. Morgan & C.E. Peiris, 1996. Development of the major triterpenoides and oil in the fruits and seeds of Neem (*Azadirachta indica*). *Annals of Botany*, 78: 383-388.
- KRAUS, W. Azadirachtin and other Triterpenoids», *The Chemistry and Action of Insecticides*, Nueva York, 2002. Regnault-Roger, Catherine; B. J. R. Philogéne & C. Vincent (Edts.): *iopesticides of Plant Origin*, Intercept-Lavoisier. Francia. 2005.
- LEAL, SÁENZ, Alejandro, Susceptibilidad De *Epilachna Varivestis* Mulsant Al Aceite Esencial De Orégano Mexicano Y De Neem En Condiciones De Laboratorio. Tesis Para Obtener El Grado De Maestro En Ciencias En Gestión Ambiental. Instituto Politécnico Nacional. Durango, México. 2011. Pg. 102.
- LOCKE, J.C. "Fungi" In: "The Neem Tree". Edited By H. Schmutterer, VHC. 1995. p. 118-26.
- MARCO, G. J. Hollingworth; W. Durham (eds.): *Silent Spring Revisited*, American Chemical Society, Washington. EE.UU. 1987.
- MARTINEZ, S, S. O nim - *Azadirachta indica* - natureza, usos múltiplos, produção. IAPAR, Londrina. 2000. Pg. 142.
- MARTINEZ, S, S; MENEGUIM, A, M. Redução da oviposição e da sobrevivência de ovos de *Leucoptera coffeella* causadas pelo óleo emulsionável de nim. *Man Integr Plagas.* 2003. Pg. 30-34.

- MARTINEZ, S.S. Nim - *Azadirachta indica* Natureza, Usos Múltiplos, Produção. Publicado pelo IAPAR - Londrina. 2002.
- MIGUEL, A. E.; PAULINI, A. E. Velocidade de penetração da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) no fruto do café. En: Congresso Brasileiro de pesquisas Cafeeiras, 3. Resumos. Curitiba. Rio de Janeiro, IBC. 1975 p. 50-52.
- MONTOYA, S.; CÁRDENAS R. Biología de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en frutos de café de diferentes edades. Revista Cenicafé. 1994. Pg. 513.
- MORDUE, (Luntz) A, J; NISBET, A J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: Its actions against insects. An Soc Entomol Brasil. 2000. Pg. 615-632.
- MOSQUERA, Oscar, M; HENAO, Lina, M. NIÑO, Jaime. Evaluación de la actividad insecticida in vitro de extractos vegetales contra la broca del café. Grupo de Biotecnología-Productos Naturales, Escuela de Tecnología Química, Centro de Excelencia (CIEBREG), Universidad Tecnológica de Pereira. Recursos Naturales y Ambiente/no; Pereira, Colombia; 2016. 58. Pg. 45-50.
- MURPHY, S T. MOORE, D. Biological control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), previous programmer and possibilities for the future. Biocontr News, 1990. Pg. 107-117.
- National Research Council (NRC). Neem. A tree for solving global problems. Report of an Ad Hoc panel of the board on Sci. and Technol. For international development. National Academy Press. Washington, D.C. 1992. Pg. 107.
- ONGLEY, E, D. Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. (Estudio FAO Riego y Drenaje - 55). Canada Centre for Inland Waters Burlington, Canadá. 1997. Cap 4. Pg. 79.
- ORTEGA, D. L. Uso de extracto acuoso de la semilla de Nim (*Azadirachta indica* / Meliaceae) en el combate de mosca blanca en Yautepec, Morelos, México. Memorias V Simposio nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas. Aguas Calientes, México. 1999. Pg. 5-14.
- OSPINA, O, Héctor, F. SALDIAS, B, Carlos, A. Cartilla Cafetera Tomo I. CENICAFE, 2008. Pg. 8-14.
- OSUNA, L. E. Establecimiento de barreras rompevientos con Neem (*Azadirachta indica*, Juss) para la protección de cultivos en Baja California Sur. Desplegable Técnica Núm. 14. INIFAP-Campo Experimental Todos Santos. La Paz, B.C.S., México. 2003

- PERRY, A. S. YAMAMOTO, I. ISHAAYA, I. PERRY, R. Y. Insecticides in Agriculture and Environment: Retrospects y Prospects. SpringerVerlag. Alemania. 1998.
- REMBOLD, H. Effect on viruses and organisms. Growth and metamorphosis. In: H. Schmutterer (ed.) The Neem Tree. Weinheim, VHC. 1995. Pg. 696.
- RUIZ, R. Efecto de la fenología del fruto del café sobre los parámetros de la tabla de vida de la broca del café; *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tesis: Ingeniero Agrónomo. Colombia. 1996. Pg. 87.
- SCHMUTTERER, H. The neem tree *Azadirachta indica* A. Juss. and other meliaceae plants. VCH, Weinheim. 1995. Pg. 696.
- TRINIDAD, CABALLERO, Víctor, Luis; GAONA, MENA, Edgar, Francisco. Acción insecticida y repelente del Neem sobre adultos de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) en granos de poroto (*Vigna unguiculata*). Investigar. 2011. Pg.107-111.
- TRUMM, P; DORN, A. Effects of azadirachtin on the regulation of midgut peristalsis by the stomatogastric nervous system in *Locusta migratoria*. Phytoparasitica. 2000. PG. 7-26.
- VIANA, P. A; PRATES, H, T. Desenvolvimento e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com extracto aquoso de folhas de *Azadirachta indica*. Bragantia. 2003. Pg. 69-74.

10.1. CIBERGRAFIA.

- RODRÍGUEZ, J. El árbol de nim. [en línea] www.arboldenim.com. [citado el 17 de Diciembre de 2017]
- Comité Departamental de Cafeteros del Norte de Santander. Norte de Santander. [en línea]. <<https://goo.gl/ICs4Ce>> [citado el 20 de Abril de 2017]
- Café De Colombia. Producción de Café de Colombia creció 4% en enero [en línea] <<https://goo.gl/gh3PgI>> [citado el 2 de Mayo de 2017]
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sobre el café, Mucho más que una bebida, Impacto Social. [en línea] <<https://goo.gl/JrW8io>>. [citado el 20 de Abril de 2017]
- Granja Experimental Villa Marina. Universidad De Pamplona. Historia, Reseña Histórica. [en línea] <<https://goo.gl/L0uMJB>> [citado el 25 de Abril de 2017]
- Granja Experimental Villa Marina. Universidad De Pamplona. Ubicación Geográfica. [en línea] <<https://goo.gl/4Rc9w5>> [citado el 25 de Abril de 2017]
- Municipio de Pamplonita. Norte de Santander. Reseña histórica. [en línea] <<https://goo.gl/iCvJNP>> [citado el 26 de Abril de 2017]
- Municipio de Pamplonita. Norte de Santander. Ubicación. [en línea] <<https://goo.gl/iCvJNP>> [citado el 27 de Abril de 2017]
- Revista Colombiana de Entomología (Colombia). v. 26(1-2) p. 17-23. 2000. Calidad biológica de formulaciones de *Beauveria bassiana* usadas en el control de la broca del café [en línea]. <<https://goo.gl/K2UV9Y>> [citado el 27 de Abril de 2017]

11. ANEXOS

11.1. Anexo 1.

Repetición		FECHA:						HORA:													
		TRATAMIENTOS																			
Semillas			Hojas						Control												
33%			66%			100%			33%			66%			100%			0%			
B	V	M	B	V	M	B	V	M	B	V	M	B	V	M	B	V	M	B	V	M	
1																					
2																					
3																					
4																					

Granos Brocados (B) Individuos Vivos (V) Individuos Muertos (M)

Observaciones: _____

Tabla 14: Formato para la recolección de datos

Fuente: Archivo personal

11.2. Anexo 2



Comité Departamental de Cafeteros de NORTE DE SANTANDER
ESTRUCTURA DE FINCA

Departamento: NORTE DE SANTANDER	Municipio: PAMPLONITA	Vereda: MATAGIRA
----------------------------------	-----------------------	------------------

<i>Cod. Sica:</i> 5452000092	<i>Aerofoto:</i> 00008	<i>Area Total:</i> 422.9	<i>Reside:</i> NO
<i>Finca:</i> SANTA ANA	<i>No. Arboles:</i> 38711	<i>Area Cafe:</i> 9.9	
<i>Ecoloto:</i> 303B	<i>Tenencia:</i> PROPIA	<i>Seccional:</i> CHINÁCOTA	
<i>Caficultor:</i> Universidad De Pamplona	<i>Doc Caficultor:</i> 8905015104	<i>Distrito:</i> BOCHALEMA	
<i>CTCI Delegada a:</i>	<i>Doc del Titular:</i>	<i>Ult. Actualizacion:</i> 04/02/2016	

LOTES

No. Lote	Área Lote	Aero foto	ASNM	Coord. X	Coord. Y
03	4.01	00008	1498	1160080.37	1324353.05
05	1.00		1510	1160148.37	1324628.61
06	2.00	00001	1474	1160122.49	1324736.28
07	0.29		1424	1159940.36	1324434.61
09	0.50	00008	1511	1160352.50	1324521.92
10	1.10	00008	1469	1160277.89	1324668.63
11	1.00	00008	1495	1160220.57	1324572.23

CULTIVOS

No. Cultivo	Variedad	Área Cult.	Labor	Fec. Labor	Forma	Dist. Planta	Dist. Surcos/DMS	Pfts Sitio	Dens.	Plantas	Lumin.	Sombrio	Asocio	Tipo
10	típica	4.01	NS	01/02/1965	IR	0.00	0.00	1	2,000	8,020	Semisombra	arboles maderables y otros arboles	ninguno	Tradicional
08	colombia	1.00	NS	01/11/2004	CU	1.40	1.60	1	4,464	4,464	Semisombra	plátano o banano	ninguno	Joven
09	tabi	2.00	RS	01/01/2006	CU	1.40	1.60	1	4,464	8,928	Semisombra	otros arboles	ninguno	Joven
11	colombia	0.29	RS	01/06/2007	CU	1.20	1.60	1	5,208	1,510	Semisombra	otros arboles	ninguno	Joven
01	castillo	0.50	RS	20/09/2012	CU	1.20	1.50	1	5,556	2,778	Semisombra	otros arboles	ninguno	Joven
01	colombia	1.10	NS	09/10/2004	CU	1.20	1.40	1	5,952	6,547	Semisombra	arboles maderables y otros arboles	ninguno	Joven
01	tabi	1.00	NS	12/11/2004	CU	1.40	1.60	1	4,464	4,464	Semisombra	arboles maderables y otros arboles	ninguno	Joven

User 88145583

Página 1 de 1

Cod. Sica: 5452000092

Fuente: SICA WEB 14/03/2017 10:14 AM

© FNC 2017 Prohibida su Reproducción

Tabla 15: Estructura de la producción cafetera de la Granja Experimental Villa Marina

Fuente: Comité Departamental de Cafeteros de NORTE DE SANTANDER.

11.3. Anexo 3: Evidencias fotográficas



Figura 35: Entrada a la Granja Experimental Villa Marina de la Universidad de Pamplona

Fuente: Archivo personal



Figura 36: Granja Experimental Villa Marina, vista desde la altura en la que se encuentra el cultivo de café

Fuente: Archivo personal



Figura 37: Ruta de llegada al cultivo de café.

Fuente: Archivo personal



Figura 38: Selección de las plantas de café.

Fuente: Archivo personal



Figura 39: Recolección de hojas y semillas de Neem.

Fuente: Archivo personal



Figura 40: Fruto de Neem antes y después de despulpado.

Fuente: Archivo personal



Figura 41: Hojas y semillas secas de Neem listas para ser trituradas.

Fuente: Archivo personal



Figura 42: Hojas de Neem secas y trituradas.

Fuente: Archivo personal



Figura 43: semillas trituradas.

Fuente: Archivo personal



Figura 44: Preparación de los macerados.

Fuente: Archivo personal



Figura 45: Preparación de los tratamientos y filtrado de los macerados.

Fuente: Archivo personal



Figura 46: Introducción de las brocas a la jaula entomológica.

Fuente: Archivo personal



Figura 47: Planta de café con sus 2 unidades experimentales.

Fuente: Archivo personal