



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE INSECTICIDAS
BOTÁNICOS CON LA APLICACIÓN DE SECADO Y FILTRACIÓN
PARA CONTROLAR *Plutella xylostella* EN BRÓCOLI**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: CRISTINA ALEJANDRA MUÑOZ SHUGULÍ

TUTOR: ING. HANNÍBAL BRITO MOINA

Riobamba – Ecuador

2016

AGRADECIMIENTO

Sin duda a Dios y la Virgen María porque me dan vida día a día, salud y ánimos para cumplir mis metas, a quienes les debo la sabiduría de elegir mi carrera y la fuerza para concluir bajo su protección y la de mis abuelitos desde lo alto.

Agradezco a mis padres Eduardo y Enmita, que con su esfuerzo y amor me han educado, han sido completo ejemplo de responsabilidad y dedicación, gracias por cada sacrificio a cambio de educarme, gracias porque simplemente sin ustedes nada de esto sería posible. A Pauly y Giane, mis hermanas, mis ñañas, esos dos angelitos terrenales que me guían y ayudan sin pensarlo dos veces, gracias por cada consejo y complicidad. ¡Les amo!

A Cristian Patiño, mi compañero de escuela y de vida que me da ánimos a continuar y concluir cada meta propuesta, quien me ayudó desde el momento en que nos conocimos, gracias por compartir conmigo sus conocimientos, sus estrategias y gracias principalmente por motivarme y acompañarme en este nuevo logro.

Gracias a la Ing. Mónica Andrade por su apoyo, consejos y excelente ejemplo profesional y a cada uno de los docentes que me han formado, de todos me llevo ejemplo de superación. Al Ing. Hannibal Brito, director de este trabajo, quien me incentivó a cumplir con los objetivos planteados y al Ing. Carlos Carpio quien desprendidamente me enseñó mucho de lo que ahora está aquí plasmado y que será de mucho provecho para mi futuro.

Gracias a Hugo Cerda PhD Prometeo ESPOCH por ponerme en el camino de la investigación y a su esposa Carolina quien diariamente introdujo sus conocimientos en sus estudiantes, responsabilidad en las actividades y la esperanza de culminar el trabajo con éxito. También a Luis por su incondicional colaboración en laboratorio.

Mil gracias amigos <colegas>: Chinita (Liz), Ivo, Joss, Adri, Hernán, Aless quienes hicieron más divertido este camino, cada uno con su personalidad hicieron que estos años sean de inmensa alegría ¡Les extrañaré!

Gracias a mi familia, a mis amigos de fuera y a cada persona que fue parte de este caminar, que con deseos y motivaciones me ayudaron a culminar exitosamente esta etapa.

Finalmente gracias a la Escuela de Ingeniería Química, a mi prestigiosa Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, institución que orgullosamente me ha formado, a Adrianita y todo el personal que permite llevar a un mejor nivel a la ESPOCH.

DEDICATORIA

Dedico con mucho cariño a los seres y personas que amo:

Dios y la Auxiliadora por darme su mano, ponerme en este camino y protegerme durante el mismo.

Mis padres Lalito, Enmita y mis hermanas Pauly y Giane (mi hogar) por ser mi mejor respaldo, mi pilar fundamental y ejemplo de vida, por hacer de este logro mío, un logro familiar.

Cristian y Piojito Orejas (mi mini hogar) que me han acompañado en cada madrugada y con su cariño me han dado aliento en los momentos difíciles.

Además espero este trabajo sea una semilla de cultura que caiga en terreno fértil, en generaciones futuras que mejoren el mundo actual.

Cristina Muñoz Shugulí

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

El tribunal de trabajo de titulación certifica que el proyecto de investigación “**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE INSECTICIDAS BOTÁNICOS CON LA APLICACIÓN DE SECADO Y FILTRACIÓN PARA CONTROLAR *Plutella xylostella* EN BRÓCOLI**”, de responsabilidad de la señorita Cristina Alejandra Muñoz Shugulí ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizado su presentación:

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Hanníbal Brito

DIRECTOR DE PROYECTO
DE TITULACIÓN

Ing. Carlos Carpio

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Yo, CRISTINA ALEJANDRA MUÑOZ SHUGULÍ, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 03 de Febrero de 2016

TABLA DE CONTENIDOS

Pp.

PORTADA	
AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
HOJA DE CERTIFICACIÓN	
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	
ABREVIATURAS	i
FIGURAS	ii
GRÁFICOS	iii
TABLAS	iv
ECUACIONES	vii
ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
SUMMARY	x
INTRODUCCIÓN	xi
ANTECEDENTES.....	xiii
JUSTIFICACIÓN	xv
OBJETIVOS	xvi
CAPÍTULO I	1
1 MARCO TEÓRICO.....	2
1.1 Brócoli	2
1.2 Insecto plaga <i>Plutella xylostella</i>	2
1.2.1 Métodos de control de palomilla dorso de diamante	3
1.3 Insecticida botánico	4
1.3.1 Extracto acuoso vegetal	4
1.3.2 Eficiencia de extractos acuosos vegetales como insecticidas botánicos	5
1.4 Proceso de obtención de extractos acuosos utilizados como insecticidas botánicos	5
1.5 Secado.....	5
1.5.1 Humedad.....	6
1.5.1.1 Base seca.....	6
1.5.1.2 Base húmeda	6
1.5.1.3 Humedad de equilibrio.....	6
1.5.1.4 Humedad libre.....	6
1.5.1.5 Humedad ligada	7

1.5.1.6	Humedad desligada.....	7
1.5.2	Cinética de secado.....	7
1.5.2.1	Velocidad de secado	7
1.5.2.2	Humedad crítica.....	7
1.5.2.3	Períodos de secado.....	8
1.5.2.4	Tiempo de secado	9
1.6	Filtración.....	10
1.6.1	Grado de filtración o tamaño del poro.....	10
CAPÍTULO II		11
2	PARTE EXPERIMENTAL	12
2.1	Lugar y pruebas de ensayo.....	12
2.2	Factores en estudio.....	12
2.3	Diseño experimental	12
2.4	Metodología.....	14
2.4.1	Secado.....	14
2.4.2	Bioensayos.....	14
2.4.2.1	Bioensayo de mortalidad.....	14
2.4.2.2	Bioensayo de efecto anti alimentario	15
2.4.2.3	Bioensayo de efecto anti oviposición.....	15
2.5	Métodos y materiales	15
2.5.1	Secado.....	15
2.5.2	Crianza de palomilla dorso de diamante a nivel de laboratorio	16
2.5.3	Preparación de extractos	16
2.6	Análisis estadístico.....	17
2.7	Datos.....	18
2.7.1	Datos experimentales de tiempo de secado	18
2.7.2	Datos calculados y curvas de secado.....	23
2.7.3	Datos experimentales de influencia del tamaño de poro	33
2.7.3.1	Bioensayo de mortalidad.....	33
2.7.3.2	Bioensayo de efecto anti alimentario	35
2.7.3.3	Bioensayo de efecto anti oviposición.....	38
2.7.4	Datos experimentales de determinación de concentraciones eficaces	40
2.7.4.1	Bioensayo de mortalidad.....	40
2.7.4.2	Bioensayo de efecto anti alimentario	43
2.7.4.3	Bioensayo de efecto ovipositor	45
CAPÍTULO III.....		48
3	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49

3.1	Resultados.....	49
3.1.1	Resultados de tiempo de secado.....	49
3.1.2	Resultados de influencia de tamaño de poro	49
3.1.2.1	Bioensayo de mortalidad.....	49
3.1.2.2	Bioensayo de efecto anti alimentario	50
3.1.2.3	Bioensayo de efecto anti oviposición	51
3.1.3	Determinación de concentraciones eficaces	51
3.1.3.1	Bioensayo de mortalidad.....	51
3.1.3.2	Bioensayo de efecto anti alimentario	52
3.1.3.3	Bioensayo de efecto anti oviposición	53
3.2	Discusión	54
CAPÍTULO IV.....		58
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
4.1	Conclusiones.....	59
4.2	Recomendaciones	59
BIBLIOGRAFÍA		60
ANEXOS		68

ABREVIATURAS

A	área de la superficie expuesta
g/cc	gramos por centímetro cúbico
h	horas
H _L	humedad libre
Kg	kilogramos
m ²	metros cuadrados
S	peso de sólido seco
W	velocidad de secado
W _c	velocidad de secado en el punto crítico
W _f	Velocidad final de secado
X	Humedad
X*	humedad de equilibrio
X _{BH}	humedad del sólido en base húmeda
X _{BS}	humedad del sólido en base seca
X _c	humedad crítica
X _f	humedad final
X _i	humedad inicial
θ	tiempo de secado
θ _a	tiempo de secado en el período ante crítico
θ _p	tiempo de secado en el período pos crítico
θ _t	tiempo total de secado
μm	micrómetros
%	porcentaje

FIGURAS

	Pp.
Figura 1. Palomilla dorso de diamante.	3
Figura 2. Períodos de secado.	8
Figura 3. Diagrama de flujo para análisis de datos de influencia del tamaño de poro y determinación de concentraciones eficaces de extractos.....	17

GRÁFICOS

	Pp.
Gráfico 1. Curva de velocidad de secado en función de la humedad de <i>Lonchocarpus nicou</i>	23
Gráfico 2. Acercamiento de la curva de velocidad de secado en función de la humedad de <i>Lonchocarpus nicou</i>	24
Gráfico 3. Curva de humedad en función del tiempo de secado de <i>Lonchocarpus nicou</i>	24
Gráfico 4. Curva de velocidad de secado en función de la humedad de <i>Clibadium sp.</i>	25
Gráfico 5. Acercamiento de la curva de velocidad de secado en función de la humedad de <i>Clibadium sp.</i>	26
Gráfico 6. Curva de humedad en función del tiempo de secado de <i>Clibadium sp.</i>	26
Gráfico 7. Curva de velocidad de secado en función de la humedad de <i>Dieffenbachia costata</i>	27
Gráfico 8. Acercamiento de la curva de velocidad de secado en función de la humedad de <i>Dieffenbachia costata</i>	28
Gráfico 9. Curva de humedad en función del tiempo de secado de <i>Dieffenbachia costata</i>	28
Gráfico 10. Curva de velocidad de secado en función de la humedad de <i>Xanthosoma purpuratum</i>	29
Gráfico 11. Acercamiento de la curva de velocidad de secado en función de la humedad de <i>Xanthosoma purpuratum</i>	30
Gráfico 12. Curva de humedad en función del tiempo de secado de <i>Xanthosoma purpuratum</i>	30
Gráfico 13. Curva de velocidad de secado en función de la humedad de <i>Witheringia solanacea</i> ...	31
Gráfico 14. Acercamiento de la curva de velocidad de secado en función de la humedad de <i>Witheringia solanacea</i>	32
Gráfico 15. Curva de humedad en función del tiempo de secado de <i>Witheringia solanacea</i>	32
Gráfico 16. Porcentaje de mortalidad de larvas de <i>Plutella xylostella</i> debido a la influencia de tamaño de poro.	49
Gráfico 17. Porcentaje de consumo de brócoli por <i>Plutella xylostella</i> (efecto anti alimentario) debido a la influencia de tamaño de poro.....	50
Gráfico 18. Porcentaje de oviposición de <i>Plutella xylostella</i> (efecto anti oviposición) debido a la influencia del tamaño de poro.	51
Gráfico 19. Porcentaje de mortalidad de larvas de <i>Plutella xylostella</i> debido a diferentes concentraciones de extractos botánicos.	51
Gráfico 20. Porcentaje de consumo de brócoli por <i>Plutella xylostella</i> (efecto anti alimentario) debido a diferentes concentraciones de extractos botánicos.....	52
Gráfico 21. Porcentaje de oviposición de <i>Plutella xylostella</i> (efecto anti oviposición) debido a diferentes concentraciones de extractos botánicos.....	53

TABLAS

	Pp.
Tabla 1. Codificación y descripción de tratamientos para establecer la influencia de tamaño de poro	13
Tabla 2. Codificación y descripción de tratamientos para determinar concentraciones eficaces	13
Tabla 3. Datos experimentales de secado de las cinco plantas con propiedades insecticidas	18
Tabla 4. Datos experimentales de secado de hojas de <i>Lonchocarpus nicou</i>	18
Tabla 5. Datos experimentales de secado de hojas de <i>Clibadium sp.</i>	19
Tabla 6. Datos experimentales de secado de hojas de <i>Dieffenbachia costata</i>	20
Tabla 7. Datos experimentales de secado de hojas de <i>Xanthosoma purpuratum</i>	21
Tabla 8. Datos experimentales de secado de hojas de <i>Witheringia solanacea</i>	22
Tabla 9. Datos para las curvas de secado de hojas de <i>L. nicou</i> a 60°C	23
Tabla 10. Datos para las curvas de secado de hojas de <i>Clibadium sp.</i> a 60°C	25
Tabla 11. Datos para las curvas de secado de hojas de <i>D. costata</i> a 60°C	27
Tabla 12. Datos para las curvas de secado de hojas de <i>X. purpuratum</i> a 60°C	29
Tabla 13. Datos para las curvas de secado de hojas de <i>W. solanacea</i> a 60°C	31
Tabla 14. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Lonchocarpus nicou</i>	33
Tabla 15. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Clibadium sp.</i>	33
Tabla 16. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Dieffenbachia costata</i>	34
Tabla 17. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Xanthosoma purpuratum</i>	34
Tabla 18. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Witheringia solanacea</i>	35
Tabla 19. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Lonchocarpus nicou</i>	35
Tabla 20. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Clibadium sp.</i>	36
Tabla 21. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Dieffenbachia costata</i>	36
Tabla 22. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Xanthosoma purpuratum</i>	37

Tabla 23. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Witheringia solanacea</i>	37
Tabla 24. Datos del porcentaje de oviposición por adultos <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Lonchocarpus nicou</i>	38
Tabla 25. Datos del porcentaje de oviposición por adultos <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Clibadium sp.</i>	38
Tabla 26. Datos del porcentaje de oviposición por adultos <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Dieffenbachia costata</i>	39
Tabla 27. Datos del porcentaje de oviposición por adultos <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Xanthosoma purpuratum</i>	39
Tabla 28. Datos del porcentaje de oviposición por adultos <i>P. xylostella</i> frente a la variable tamaño de poro en el extracto de <i>Witheringia solanacea</i>	40
Tabla 29. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Lonchocarpus nicou</i>	40
Tabla 30. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Clibadium sp.</i>	41
Tabla 31. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Dieffenbachia costata</i>	41
Tabla 32. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Xanthosoma purpuratum</i>	42
Tabla 33. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Witheringia solanacea</i>	42
Tabla 34. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Lonchocarpus nicou</i>	43
Tabla 35. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Clibadium sp.</i>	43
Tabla 36. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Dieffenbachia costata</i>	44
Tabla 37. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Xanthosoma purpuratum</i>	44
Tabla 38. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Witheringia solanacea</i>	45
Tabla 39. Datos del porcentaje de oviposición por adultos <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Lonchocarpus nicou</i>	45
Tabla 40. Datos del porcentaje de oviposición por adultos <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Clibadium sp.</i>	46

Tabla 41. Datos del porcentaje de oviposición por adultos <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Dieffenbachia costata</i>	46
Tabla 42. Datos del porcentaje de oviposición por adultos <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Xanthosoma purpuratum</i>	47
Tabla 43. Datos del porcentaje de oviposición por adultos <i>P. xylostella</i> frente a la variable concentración del extracto de <i>Witheringia solanacea</i>	47
Tabla 44. Tiempo de secado de cinco especies usadas para la elaboración de extractos botánicos .	49

ECUACIONES

	Pp.
Ecuación 1. Humedad en base seca	6
Ecuación 2. Humedad en base húmeda	6
Ecuación 3. Humedad libre	7
Ecuación 4. Velocidad de secado	7
Ecuación 5. Tiempo de secado en el período ante crítico	9
Ecuación 6. Tiempo de secado en el período pos crítico	9
Ecuación 7. Tiempo total de secado	10
Ecuación 8. Porcentaje de mortalidad	15
Ecuación 9. Porcentaje consumido	15
Ecuación 10. Porcentaje de oviposición	15

ANEXOS

	Pp.
ANEXO I Secado de hojas de <i>Lonchocarpus nicou</i>	69
ANEXO II Secado de hojas de <i>Clibadium sp.</i>	70
ANEXO III Secado de hojas de <i>Dieffenbachia costata</i>	71
ANEXO IV Secado de hojas de <i>Xanthosoma purpuratum</i>	72
ANEXO V Secado de hojas de <i>Witheringia solanacea</i>	73
ANEXO VI Ejemplo de cálculos de secado (<i>L. nicou</i>).....	74
ANEXO VII Proceso de obtención de extractos.....	75
ANEXO VIII Bioensayo de mortalidad	76
ANEXO IX Bioensayo de efecto anti alimentario.....	77
ANEXO X Bioensayo de efecto anti oviposición.....	78
ANEXO XI Análisis de imágenes	79
ANEXO XII Análisis estadísticos de bioensayos de mortalidad por la variable tamaño de poro	80
ANEXO XIII Análisis estadísticos de bioensayos de efecto anti alimentario por la variable tamaño de poro	82
ANEXO XIV Análisis estadísticos de bioensayos de efecto anti oviposición por la variable tamaño de poro	84
ANEXO XV Análisis estadísticos de bioensayos de mortalidad por la variable concentración de extractos	85
ANEXO XVI Análisis estadísticos de bioensayos de efecto anti alimentario por la variable concentración de extractos	87
ANEXO XVII Análisis estadísticos de bioensayos de efecto anti oviposición por la variable concentración de extractos	90

INTRODUCCIÓN

Esta investigación se enfoca en extractos acuosos de 5 especies vegetales propias de la Amazonía ecuatoriana que pueden ser utilizados como insecticidas botánicos aplicados en brócoli, que es una hortaliza que trae consigo beneficios a los agricultores por ser un producto precoz de sólo 14 semanas promedio de desarrollo, por lo que puede ser cosechada dos y hasta tres veces en el año; y benéfico para consumidores por su nutrición y propiedades anticancerígenas (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2013).

En Ecuador prefieren consumirlo fresco, en ensalada o sopa y su producción ha incrementado debido a la actual conducta de dietas saludables además que es uno de los productos más importantes de los no tradicionales de exportación para el país (Vallejo López, 2013) ya sea como producto fresco o congelado, esta se consideró una gran oportunidad económica para los agricultores desde el 2005, año en el que el cultivo tomó miles de hectáreas en la zona andina (Le Gall, 2008).

En EXPOECUADOR Milano 2015 (<http://www.expoecuador2015.com/ec/products/broccoli/>) se le atribuye al brócoli ecuatoriano la característica de poseer un color verde brillante como en ningún otro lugar debido a la forma de recibir los rayos del sol. Además anotan que el 65% de producto es exportado y en el informe de MAGAP se muestra que durante el período 2000-2012 tuvo una tendencia de crecimiento anual promedio de 2,99% en producción.

Sin embargo, de acuerdo al boletín situacional 203 del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca el cultivo de brócoli en el país se ve afectado drásticamente por *Plutella xylostella*, insecto de rápida colonización que debilita el desarrollo de las plantas principalmente al final de la producción o en cultivos manejados de manera inadecuada (Orellana, H. et al., 2008), peor que lo mencionado es el hecho de que presenta gran tendencia a desarrollar resistencia a insecticidas químicos (Chávez Paz y Hurtado, 2010) lo que induce a quienes se dedican al cultivo a utilizar productos químicos cada vez más potentes provocando una situación perjudicial para la salud y economía de los agricultores y consumidores además de graves problemas ambientales.

En el Vademécum Agrícola 2008 de Quick Med se propone un monitoreo de plagas para garantizar calidad exportable, además como solución a los problemas mencionados aconseja realizar un manejo agrícola que consiste en romper el ciclo de vida de la plaga junto al manejo botánico como la aplicación de extractos vegetales (Orellana, H. et al., 2008).

En el proceso de obtención de extractos acuosos vegetales se desconocen factores en el proceso de obtención de los extractos que probablemente intervienen en la eficacia de los mismos, como es el tiempo necesario de secado de las hojas, la influencia del tamaño del poro al cual los extractos son filtrados y las concentraciones eficaces de los mismos. Estos elementos de gran importancia sin duda deberán tomarse en cuenta en el proceso de producción de insecticidas botánicos a escala industrial,

mismos que facilitarían el reemplazo o cuando menos la disminución de insecticidas químicos perjudiciales para la salud de la población y la naturaleza, favoreciendo por otra parte la generación de emprendimientos y consecuentemente de empleo, al mejoramiento de la economía y de esta manera aportar al cambio de la matriz productiva, a la conservación del ambiente y a la disminución de la pobreza, que son las prioridades actuales del Ecuador.

ANTECEDENTES

El cultivo de brócoli a nivel nacional y mundial se ha visto gravemente afectado por plagas, una de las más importantes es *Plutella xylostella*, (Coello Bonilla, 2005) por lo que en varios lugares se han realizado estudios para controlar este insecto plaga pero basado únicamente en el uso de productos químicos lo que ha provocado que la plaga adquiera gran resistencia (Miranda, 2007) afectando principalmente la economía de los agricultores.

Por estas razones se ha decidido probar una diversidad de tratamientos alternativos, entre ellos insecticidas botánicos que han dado resultados favorables para el control, tal es el caso del extracto acuoso de Nim en Nicaragua que provocó alta mortalidad de larvas y reducción de oviposición en el repollo (Gruber, 1992).

Ecuador al ser un país extremadamente biodiverso tiene especies, principalmente en la zona amazónica, que permiten su uso en gran variedad de productos, un ejemplo son las plantas con propiedades insecticidas como *Lonchocarpus nicou* (Barbasco) del cual se ha comprobado que sus extractos acuosos son eficaces contra lepidópteros y otros insectos (Torres Morocho et al., 2013).

De la misma manera Cerda Hugo (2015) en trabajos previos al presente hizo estudios a nivel de laboratorio sobre el potencial insecticida de nueve plantas de la Amazonía ecuatoriana: *Lonchocarpus nicou*, *Brugmansia sp.*, *Xanthosoma purpuratum*, *Ocotea quixos*, *Piper aduncum*, *Clibadium sp.*, *Witheringia solanacea*, *Conyza floribunda* y *Dieffenbachia costata*. Fruto de este estudio se obtienen resultados favorables en cuanto a mortalidad larvaria de *Plutella xylostella* utilizando *Lonchocarpus nicou*, *Dieffenbachia costata* y *Witheringia solanacea*, esta última resulta también favorable a la repelencia de oviposición de la plaga junto a los extractos acuosos de *Clibadium sp.* y *Xanthosoma purpuratum*.

Para dicha experimentación las plantas fueron secadas en un horno a 60°C durante 48 horas, molidas finamente y sometidas a maceración acuosa a temperatura ambiente durante 48 horas para luego ser filtrados y refrigerados (4°C) antes de experimentar mediante bioensayos.

En este proceso no se tomó en cuenta el tiempo de secado específico para las hojas de cada planta siendo este un factor importante ya que de éste dependen las pérdidas económicas en una industria debido al consumo energético de los equipos destinados a esta operación (Nonhebel y Moss, 2002). Además en el proceso de filtración se presentaron inconvenientes, teniendo una variabilidad en el tamaño de partícula (tamaño de poro de filtración) en los extractos aplicados. Por otro lado las concentraciones probadas de los extractos fueron de 0,13g/mL para *Lonchocarpus nicou*; 0,08g/mL para *Dieffenbachia costata* y *Clibadium sp.*, 0,12g/mL para *Witheringia solanacea* y 0,11g/mL para *Xanthosoma purpuratum*. Concentraciones consideradas máximas, siendo necesario optimizar la

cantidad de material a utilizar, lo que motiva la realización de un estudio de concentraciones que sean igualmente efectivas, pero con menor empleo en cuanto a la cantidad de plantas para su extracción.

JUSTIFICACIÓN

El Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 (SENPLADES, 2013) en su objetivo siete establece que es necesario producir bienes sustentables principalmente en lo relacionado a aquellos provenientes de la agricultura orgánica, dentro de éstos cabe mencionar el brócoli que es un producto no solo para el comercio local sino también para el de exportación, pues Ecuador es el sexto exportador mundial de la hortaliza (Páez Cevallos, 2015) y presenta una tasa de crecimiento anual del 2,99% (MAGAP, 2013). Sin embargo este producto se ve drásticamente afectado por poblaciones del insecto plaga *Plutella xylostella* por lo que urge su control.

La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo en cuanto al control de las actividades que provoquen daños al entorno natural y social menciona que es imprescindible y urgente el desarrollo de alternativas amigables con el ambiente para el control de plagas, como son los insecticidas botánicos, tal es el caso del presente estudio de aquellos provenientes de extractos acuosos de plantas de la Amazonía ecuatoriana que permiten el control de la plaga antes señalada.

El método de control con insecticidas botánicos a partir de plantas propias de la zona amazónica del país y de fácil alcance permitirá el uso de varias familias vegetales descritas en la sección de plantas tóxicas de la Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador (De la Torre et al., 2008) favoreciendo la gestión sustentable de la biodiversidad del país tipificadas en el objetivo cinco del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017.

Para la obtención de un producto eficiente es necesario conocer los factores posiblemente influyentes como es el tiempo de secado, ya que no todas las plantas insecticidas poseen igual porcentaje de humedad, cada una de ellas tiene un tiempo específico, lo que permitirá que el proceso de secado sea eficiente. Otro aspecto importante es el tamaño de poro en la filtración de los extractos acuosos de las plantas que serán utilizados como insecticidas para controlar el insecto plaga *Plutella xylostella* pues de éste depende el equipamiento en caso de realizar la industrialización. Por otra parte es necesario conocer concentraciones eficaces en cada una de las plantas ya que esto permitirá un producto de calidad, que cubra las necesidades de agricultores pero considerando ahorro (utilización mínima) de materia prima para la industria.

OBJETIVOS

General

Evaluar el proceso de obtención de insecticidas botánicos con la aplicación de secado y filtración para controlar *Plutella xylostella* en brócoli.

Específicos

- Calcular el tiempo de secado de las hojas de las plantas insecticidas *Lonchocarpus nicou* (Barbasco), *Clibadium sp.* (Kakllambi), *Dieffenbachia costata* (Lalu), y *Xanthosoma purpuratum* (Shungupanga), *Witheringia solanacea* (Tsimbio).
- Establecer la influencia del tamaño de poro en la filtración de los extractos acuosos de las plantas insecticidas.
- Determinar concentraciones eficaces de los extractos acuosos de las plantas en la obtención de insecticidas botánicos para el control de *Plutella xylostella*.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Brócoli

Es una hortaliza de la familia Brassicaceae (crucíferas), originaria de Asia Menor y el Mediterráneo. Se produce en climas tropicales y fríos, su cultivo se realiza a través de semilleros en los que el delta de temperatura recomendado es de 13 a 24°C (Vallejo López, 2013), se desarrolla en 40 y hasta 50 días y luego es trasplantado, este es considerado como un tiempo crítico del cultivo ya que de éste depende su posterior desarrollo pues la planta debe adaptarse a nuevas condiciones (Orellana, H. et al., 2008).

El método mencionado es el más común y que ha dado resultados positivos a los agricultores pero también es posible su siembra directa en el suelo para lo que se requieren temperaturas de 26 a 30°C y emergen en 5 a 7 días (Vallejo López, 2013). Sin embargo para el posterior desarrollo del cultivo es mejor mantener temperaturas no superiores a los 20°C ya que esto prolonga su tiempo de crecimiento y por tanto altera la productividad (Orellana, H. et al., 2008).

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2013) en su boletín situacional considera al brócoli como una hortaliza de consumo fresco para ensaladas, sopas y otros. Sin embargo, se han desarrollado métodos para conservar su frescura y de esta manera llegar a mercados internacionales.

Por tanto, el brócoli en Ecuador es considerado un cultivo de exportación no tradicional y según Le Gall (2008) desde los años noventa se presenta una “fiebre” del cultivo, principalmente en la sierra ecuatoriana, con la formación de grupos como parte de estrategias campesinas para la comercialización internacional del producto.

1.2 Insecto plaga *Plutella xylostella*

Originaria de Asia Menor pero se ha convertido en plaga cosmopolita como resultado de la exportación de los productos de la familia crucífera que es la familia vegetal donde hospeda y hace daño, algunos ejemplos de crucíferas son la col, coliflor y brócoli (Rosa et al., 1997).

Es comúnmente llamada diamond back moth (DBM) o palomilla dorso de diamante debido a que los adultos presentan en el margen de sus alas figuras en forma de diamante, tanto hembras como machos se alimentan del néctar de las flores. Las hembras adulto después de ser copuladas colocan, durante la noche, grupos de huevecillos de 1mm de diámetro aproximadamente y color amarillo en el haz o envés de las hojas, los cuales eclosionan formando larvas (Figura 1). En larvas en cambio se reconocen colores desde amarillo hasta verde oscuro, éstas se alimentan de las hojas en la planta hasta pupar. (Sánchez y Romero, 2005).

En cuanto al comportamiento de larvas se distingue fácilmente por su movimiento violento al ser perturbadas, además que caen formando un hilo de seda que después del peligro les sirve para incorporarse al lugar en donde estaban (Morales, 2012).

Por otra parte, las pupas de 10 a 12mm de largo se adhieren fuertemente a la hoja formando la crisálida que es un capullo de seda en donde se desarrollan hasta su siguiente instar (Sánchez y Romero, 2005).

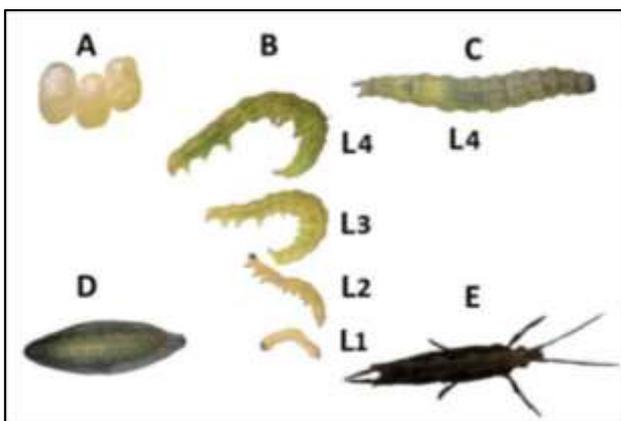


Figura 1. Palomilla dorso de diamante.

A, huevos. B, cuatro instares larvales (L). C, larva del último instar larval. D, pupa. E, adulto.

Fuente: (Morales, 2012)

Plutella xylostella se caracteriza por su rápida reproducción formando enormes poblaciones en cortos períodos de tiempo sin embargo una de las más importantes y preocupantes características de la plaga es su inmediato desarrollo de resistencia a los insecticidas químicos (Rosa et al., 1997).

El daño en los cultivos es producido por las larvas que cuando recién nacen se alimentan de las hojas de las crucíferas formando pequeños galerías (Orellana, H. et al., 2008).

1.2.1 Métodos de control de palomilla dorso de diamante

Investigadores y agricultores reconocen que *Plutella xylostella* es una plaga muy importante debido a los daños que producen en los cultivos de crucíferas, por tanto la lucha por combatirla les ha llevado a desarrollar varios métodos.

Uno de ellos es el control biológico, el cual se basa en la infestación de otros organismos. Por ejemplo tenemos el uso de parasitoides como *Diadegma insulare*, un tipo de avispa que parasita a la pupas de *P. xylostella* (Sánchez y Romero, 2005) que puede ser atraída por cultivos cercanos como el maíz; así también *Bacillus thuringiensis*, un tipo de microorganismo actualmente muy utilizado para atacar las pupas de la plaga (Tabashnik et al., 1994).

En cuanto al control mecánico se menciona la construcción de mallas cobertoras formando microclimas y barreras de protección para los cultivos (Chávez Paz y Hurtado, 2010), otra forma de control mecánico o también considerado control agronómico es programar el cultivo para épocas de lluvia que no permite comodidad en la plaga y por tanto ejerce control sobre ella, análogamente se puede realizar riego continuo en las plantaciones (Orellana, H. et al., 2008).

El control químico se realiza generalmente con piretroides y carbamatos (Chávez Paz y Hurtado, 2010) que al ser utilizados constantemente crean resistencia en los insectos. Además el uso de sustancias

químicas trae consigo una serie de problemas como afectaciones a la salud humana, contaminación ambiental y la presencia de residuos tóxicos en el producto (Pérez et al., 2014).

1.3 Insecticida botánico

Son sustancias concentradas o mezclas resultado de maceración de plantas biocidas, tóxicos y repelentes. Estos productos destinados al control de plagas presentan varias ventajas ambientales ya que tienen una rápida biodegradación con lo que se protege el suelo y su acción selectiva permite conservar el ambiente circundante, de igual manera existen ventajas sociales ya que al ser menos tóxicas que los productos químicos no afectan al agricultor ni a los consumidores, por último es importante saber que son fáciles de obtener y muy baratos (Pino Meléndez, 2010).

En Lizarazo et al. (2008) indican que estos productos tienen auge como una alternativa de menor impacto ambiental y las plantas contienen metabolitos secundarios que disminuyen o anulan el desarrollo de insectos.

1.3.1 Extracto acuoso vegetal

En general un extracto acuoso vegetal consiste en la preparación en agua de una planta sin residuo de la misma pero con contenido biológicamente activo. Es una mezcla compleja obtenida por procesos químicos, físicos o físico-químicos a partir de una fuente vegetal (Pardo, 2002).

La forma de preparación del extracto puede variar desde el método hasta cada una de las condiciones en las fases del proceso.

Por ejemplo Soto-Domínguez et al. (2012) sugieren secar el material vegetal a temperatura ambiente bajo sombra seguido de molienda por trituración, complementando con un proceso de tamizado, el material recogido en una malla posteriormente se lleva a ebullición por 10 minutos con agua para luego filtrar al vacío, secar a 37°C y almacenar a 4°C en frascos ámbar.

En cambio Quevedo et al. (2010) dice que no es necesario secar las plantas a utilizar sino solo trocearlas antes de la extracción con agua durante 24 horas que luego se filtra dos veces y se diluyen a las concentraciones deseadas.

Cerda et al. (2015) mencionan como primer paso secar las plantas en una estufa a 60°C por 48 horas, luego molerlas finamente para añadir agua y dejar en reposo por otras 48 horas.

Rangel et al. (2001) indica que el material seco y molido se coloca en agua y se deja a temperatura ambiente durante una noche para seguir un proceso de agitación a 200rpm durante 30 minutos en baño maría de 60°C que posteriormente se filtra al vacío y se concentra a presión reducida con una temperatura no mayor a 40°C.

Suárez et al. (2009) mencionan al extracto resultado de una cocción lo que implica altas temperaturas y obtenido por medio de filtración durante media hora.

1.3.2 Eficiencia de extractos acuosos vegetales como insecticidas botánicos

Las plantas insecticidas han desarrollado métodos de defensa contra herbívoros pues contienen metabolitos secundarios que inhiben el desarrollo de plagas, lo que conlleva a la utilización de éstas como insecticidas a través de la extracción de sus principios (Lizarazo et al., 2008).

Iannacone y Lamas, (2002) al trabajar con extractos acuosos detectaron que éstos son efectivos de acuerdo al instar del insecto y a la concentraciones utilizadas.

1.4 Proceso de obtención de extractos acuosos utilizados como insecticidas botánicos

Según Lizarazo et al., (2008) después de la recolección de plantas cada una es secada durante 72 horas a 40°C, después molida hasta pulverización, enseguida se extraen los metabolitos con agua u otros solventes de acuerdo a la concentración deseada y se dejan en reposo y oscuridad por 96 horas para ser filtrados, luego evaporados con el fin de no tener solvente en la preparación y por último se diluyen para la aplicación.

Cerda et al. (2015) proponen el secado de las plantas durante 48 horas en una estufa a 60°C para su posterior molienda y preparación de los extractos acuosos por maceración de 48 horas a temperatura ambiente y en un lugar oscuro que concluye con filtración al vacío y mantenimiento de los extractos a 4°C con iluminación nula.

Por otro lado Granados (2010) menciona que las plantas recolectadas sean secadas en sombra a 25°C aproximadamente, lo que indica sean secadas a temperatura ambiente y el tiempo no se establece debido a la naturaleza de cada una de las especies. Una vez secas, se muelen y para la extracción se coloca cierta cantidad de planta molida en un recipiente adicionando 100mL de agua para dejar en reposo durante 24 horas en un lugar con poca iluminación.

En cambio Rangel et al., (2001) indican que una vez seco y molido el material vegetal es posible extraer con varios solventes, entre ellos el agua a través del método de maceración con duración de una noche que luego se somete el extracto a agitación durante 30 minutos a 60°C para por último filtrar al vacío.

Por último López (2008) enuncia que para la maceración en frío (o a temperatura ambiente) se requiere un tiempo extendido sin embargo existe varias ventajas como es la utilización de equipos simples y poca utilización de energía que produzcan altas temperaturas y que a su vez éstas permitan la extracción de componentes no deseables que alteren el producto.

1.5 Secado

Se define como una operación unitaria para eliminar la humedad de un sólido hasta obtener el material seco (Mujumdar, 2015). En esta operación se evidencia el transporte de masa y energía (en

forma de calor). Existe una transferencia de la humedad interna que va hacia la superficie y después se evapora (Espinoza, 2011).

Según De la Iglesia (2012) los objetivos del secado son facilitar el posterior manejo de los materiales, reducir costes en transporte, aumentar la capacidad de la maquinaria y proteger los productos hasta su posterior uso.

1.5.1 Humedad

Cantidad de agua (en peso) por unidad de peso de sólido seco, se lo puede contemplar tanto en base húmeda como en base seca. La humedad en base seca permanece constante durante el proceso por esta razón es preferente en los cálculos (OCON y TOJO, 1980).

La humedad en general es aplicada en la industria de alimentos, industria química, industria farmacéutica entre otras, que requieran separar el agua de un sólido (González y Paucar, 2009).

1.5.1.1 Base seca

$$X_{BS} = \frac{\text{Masa de agua}}{\text{Masa de sólido seco}} \quad \text{Ecuación 1. Humedad en base seca}$$

Donde:

X_{BS} = humedad del sólido en base seca (Kg de agua/Kg de sólido seco)

1.5.1.2 Base húmeda

$$X_{BH} = \frac{\text{Masa de agua}}{\text{Masa de sólido húmedo}} \quad \text{Ecuación 2. Humedad en base húmeda}$$

Donde:

X_{BH} = humedad del sólido en base húmeda (Kg de agua/Kg de sólido húmedo)

1.5.1.3 Humedad de equilibrio

Humedad alcanzada por el sólido en equilibrio con el aire en las condiciones dadas, la humedad de equilibrio (X^*) es el límite al que puede llevarse el contenido de humedad de un sólido (OCON y TOJO, 1980).

Si $X^* >$ humedad del aire, el sólido se seca

Si $X^* <$ humedad del aire, el sólido se humedece

1.5.1.4 Humedad libre

Con respecto al aire en condiciones determinadas es la diferencia entre la humedad del sólido y la humedad de equilibrio, por consiguiente es la humedad que puede perder el sólido después de un

contacto suficiente y prolongado con aire en condiciones determinadas y constantes. Esta humedad depende de la humedad del sólido como de la humedad relativa del aire (OCON y TOJO, 1980).

$$H_L = X - X^* \quad \text{Ecuación 3. Humedad libre}$$

Donde:

H_L = humedad libre (Kg de agua/Kg de sólido seco)

X = humedad del sólido (Kg de agua/Kg de sólido seco)

X^* = humedad de equilibrio (Kg de agua/Kg de sólido seco)

1.5.1.5 Humedad ligada

Es la humedad mínima necesaria para que el sólido deja de comportarse como higroscópico, o bien es el valor de la humedad de equilibrio del sólido en contacto con aire saturado (OCON y TOJO, 1980).

1.5.1.6 Humedad desligada

Es la diferencia entre la humedad del sólido y la humedad ligada; o bien la humedad libre del sólido en contacto con aire saturado. Es evidente que si el sólido tiene humedad desligada se comportará como húmedo (OCON y TOJO, 1980).

1.5.2 Cinética de secado

1.5.2.1 Velocidad de secado

Se define la velocidad del secado por la pérdida de humedad del sólido húmedo en la unidad de tiempo operando en condiciones constantes de secado, es decir con aire cuyas condiciones (temperatura, presión, humedad y velocidad) permanecen constantes con el tiempo (OCON y TOJO, 1980).

$$W = \frac{S}{A} \left(\frac{dX}{d\theta} \right) \quad \text{Ecuación 4. Velocidad de secado}$$

Donde:

W = velocidad del secado (Kg de agua/m².h)

S = peso del sólido seco (Kg sólido seco)

A = área de la superficie expuesta (m²)

X = humedad en base seca (Kg de agua/Kg de sólido seco)

θ = tiempo de secado (h)

1.5.2.2 Humedad crítica

Se define el cambio de velocidad de secado del período constante al período de caída. Para la mayoría de materiales este valor se determina experimentalmente. La humedad crítica de un material dado varía con las condiciones de aire del secado y con el espesor del sólido de la siguiente manera (Geankoplis, 1998):

- a) La humedad crítica aumenta ligeramente con la temperatura y la velocidad del aire (paralelamente al aumento más notable de la velocidad de secado ante crítico con los mismos factores).
- b) La humedad crítica aumenta en mayor o menor grado según el tipo de material de acuerdo al espesor de la capa que se somete al secado.

1.5.2.3 Períodos de secado

Cualquiera que sea el tipo de instalación a emplear para determinar la capacidad del equipo o el tiempo de secado es necesario efectuar ensayos de velocidad de secado del material a condiciones constantes de secado. A intervalos regulares se determina por pesada la humedad del cuerpo de los datos de humedad y tiempo se deduce la curva de velocidad de secado (Geankoplis, 1998).

En la Figura 2 parte a) se representa la curva humedad vs. tiempo de una muestra sometida a un ensayo de secado. La humedad disminuye continuamente desde el valor inicial (punto A) y finalmente se aproxima como límite a la humedad de equilibrio que corresponde a las condiciones constantes del aire.

Y también se obtiene la curva de velocidad de secado vs. humedad en la Figura 2 parte b), en la que aparecen varios tramos:

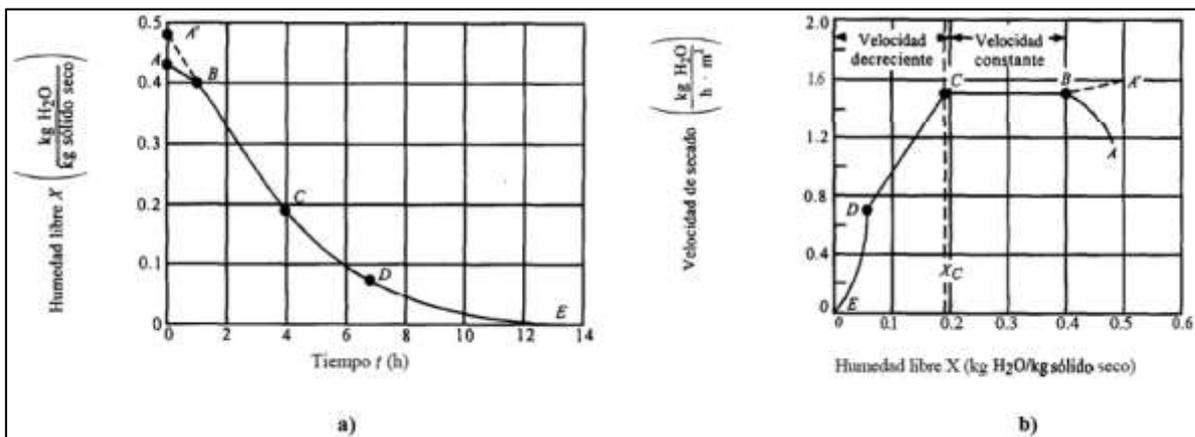


Figura 2. Períodos de secado.

a) Curva de secado en función del tiempo, b) Curva de velocidad de secado.

Fuente: (Geankoplis, 1998)

Según Geankoplis, (1998):

Tramo A-B: que puede no existir o presentar diversas formas, corresponde al llamado período de inducción o de ajuste que en el mecanismo de secado no ha llegado a estabilizarse.

Tramo B-C: conocido como ante crítico, que corresponde a un período que se caracteriza por la constancia de la velocidad de secado al alcanzar la llamada humedad crítica en el punto C, la velocidad de secado comienza a disminuir alcanzando prácticamente el valor cero, cuando la

humedad libre sea nula, es decir la humedad del material es igual a la de equilibrio con el aire de secado.

Tramo C-D: Es el segundo período de secado o período de velocidad de secado decreciente, en el que la velocidad varía linealmente con la humedad.

Se distinguen así dos períodos importantes de secado: el primero denominado período ante crítico de velocidad de secado constante y el período de velocidad decreciente llamado período pos crítico.

Etapas D-E: Aquí se pierde la relación anterior y en el punto E se consigue la humedad de equilibrio.

1.5.2.4 Tiempo de secado

Para obtener datos para el cálculo del tiempo de secado es necesario obtener la curva de velocidad de secado vs. humedad (OCON y TOJO, 1980).

De esta manera se tiene el tiempo para el período ante crítico:

$$\theta_a = \frac{S}{A} \left(\frac{X_i - X_c}{W_c} \right)$$

Ecuación 5. Tiempo de secado en el período ante crítico

Donde:

θ_a = tiempo de secado en el período ante crítico (horas)

S = peso del sólido seco (Kg sólido seco)

A = área de la superficie expuesta (m²)

X_i = humedad inicial del sólido (Kg de agua/Kg de sólido seco)

X_c = humedad crítica (Kg de agua/Kg de sólido seco)

W_c = velocidad crítica del secado (Kg de agua/m².h)

Para el período pos crítico:

$$\theta_p = \frac{S}{A} \left(\frac{X_c - X_f}{W_c} \right) \ln \frac{W_c}{W_f}$$

Ecuación 6. Tiempo de secado en el período pos crítico

Donde:

θ_p = tiempo de secado en el período pos crítico

S = peso del sólido seco (Kg sólido seco)

A = área de la superficie expuesta (m²)

X_f = humedad final del sólido (Kg de agua/Kg de sólido seco)

X_c = humedad crítica (Kg de agua/Kg de sólido seco)

W_c = velocidad crítica del secado (Kg de agua/m².h)

W_f = velocidad final del secado (Kg de agua/m².h)

Y el resultado de su suma será el tiempo total de secado:

$$\theta_t = \theta_a + \theta_p$$

Ecuación 7. Tiempo total
de secado

1.6 Filtración

La filtración es una operación unitaria que permite separar los sólidos presentes en una fase fluida (generalmente líquida) en función de su tamaño de partícula (Colina, 2002) haciendo pasar ésta a través de un medio poroso (denominado medio filtrante) que permite separar dichos sólidos, y que se coloca sobre un dispositivo conocido como soporte de filtración, siendo el más elemental un embudo. La separación se realiza gracias a que los poros del medio filtrante son más pequeños que las partículas a separar, de forma que en el medio filtrante queda retenido el sólido que se desea separar del líquido que lo atraviesa y se denomina filtrado. En la práctica de un laboratorio de Química se emplean tres medios porosos: papel de filtro, placas filtrantes de material cerámico, y membranas de filtración (Willy y Escobar, 2002).

El paso del líquido a través del medio filtrante se consigue por acción de la gravedad, o bien aplicando vacío mediante una bomba por debajo del filtro, de forma que se facilite el paso del fluido a través del medio filtrante y en este caso la técnica se denomina filtración a vacío, colocándose el medio filtrante sobre un embudo de porcelana agujereada, conocido como embudo de Büchner (Willy y Escobar, 2002).

1.6.1 Grado de filtración o tamaño del poro

Se denomina grado o finura de filtración al tamaño de partículas duras y esféricas más grandes que pueden atravesar el medio filtrante (Ramírez, 2013).

CAPÍTULO II

PARTE EXPERIMENTAL

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Lugar y pruebas de ensayo

La investigación se llevó a cabo en instalaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para las pruebas de secado se utilizó el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ciencias. La filtración de los extractos se realizó en el laboratorio de Fito farmacia de la misma facultad. Mientras que la crianza de *Plutella xylostella* y ejecución de bioensayos en el laboratorio se realizaron en el Grupo de Desarrollo de Tecnologías para la Reducción y Racionalización de Agroquímicos (GEDETERRA) de la Facultad de Recursos Naturales.

2.2 Factores en estudio

Los factores en estudio de la presente investigación fueron:

- Tiempo de secado
- Tamaño de poro utilizado en la filtración de los extractos
- Concentraciones eficaces para cada extracto

2.3 Diseño experimental

Los bioensayos realizados para establecer la influencia del tamaño de poro y determinación de concentraciones eficaces se realizaron de la siguiente manera:

- Diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para el bioensayo de mortalidad.
- Diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para bioensayo de efecto anti alimentario.
- Diseño completamente aleatorizado (DCA) para bioensayo de efecto anti oviposición.

La aleatorización se realizó en software libre R.

Para establecer la influencia de tamaño de poro se tuvieron 2 tratamientos a comparar en cada una de las cinco plantas a evaluar (poro grande y poro pequeño). Como control de este ensayo se utilizó agua. En total fueron 15 tratamientos, detallados en la Tabla 1.

En la determinación de concentraciones eficaces fueron objeto de experimentación 4 diferentes concentraciones (concentración máxima, un medio, un cuarto y un octavo de la misma) para los extractos de cada especie por lo tanto se tuvieron 25 tratamientos incluidos los controles con agua, que se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 1. Codificación y descripción de tratamientos para establecer la influencia de tamaño de poro

N°	CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	BG	<i>Lonchocarpus nicou</i> 0,13 g/cc con poro grande (11 µm)
2	BP	<i>Lonchocarpus nicou</i> 0,13 g/cc con poro pequeño (6 µm)
3	CP	Control (agua)
4	KG	<i>Clibadium sp.</i> 0,08 g/cc con poro grande (11 µm)
5	KP	<i>Clibadium sp.</i> 0,08 g/cc con poro pequeño (6 µm)
6	CP	Control (agua)
7	LG	<i>Dieffenbachia costata</i> 0,08 g/cc con poro grande (11 µm)
8	LP	<i>Dieffenbachia costata</i> 0,08 g/cc con poro pequeño (6 µm)
9	CP	Control (agua)
10	SG	<i>Xanthosoma purpuratum</i> 0,11 g/cc con poro grande (11 µm)
11	SP	<i>Xanthosoma purpuratum</i> 0,11 g/cc con poro pequeño (6 µm)
12	CP	Control (agua)
13	TG	<i>Witheringia solanacea</i> 0,12 g/cc con poro grande (11 µm)
14	TP	<i>Witheringia solanacea</i> 0,12 g/cc con poro pequeño (6 µm)
15	CP	Control (agua)

Para cada tratamiento se realiza 10 repeticiones, en total 150 unidades experimentales.

Realizado por: Muñoz Cristina

Fuente. MUÑOZ, C, 2015

Tabla 2. Codificación y descripción de tratamientos para determinar concentraciones eficaces

N°	CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	BI	<i>Lonchocarpus nicou</i> 0,130 g/cc
2	BII	<i>Lonchocarpus nicou</i> 0,065 g/cc
3	BIII	<i>Lonchocarpus nicou</i> 0,032 g/cc
4	BIV	<i>Lonchocarpus nicou</i> 0,016 g/cc
5	CB	Control para <i>Lonchocarpus nicou</i> (agua)
6	KI	<i>Clibadium sp.</i> 0,080 g/cc
7	KII	<i>Clibadium sp.</i> 0,040 g/cc
8	KIII	<i>Clibadium sp.</i> 0,020 g/cc
9	KIV	<i>Clibadium sp.</i> 0,010 g/cc
10	CK	Control para <i>Clibadium sp.</i> (agua)
11	LI	<i>Dieffenbachia costata</i> 0,080 g/cc
12	LII	<i>Dieffenbachia costata</i> 0,040 g/cc
13	LIII	<i>Dieffenbachia costata</i> 0,020 g/cc
14	LIV	<i>Dieffenbachia costata</i> 0,010 g/cc
15	CL	Control para <i>Dieffenbachia costata</i> (agua)
16	SI	<i>Xanthosoma purpuratum</i> 0,110 g/cc
17	SII	<i>Xanthosoma purpuratum</i> 0,055 g/cc
18	SIII	<i>Xanthosoma purpuratum</i> 0,028 g/cc
19	SIV	<i>Xanthosoma purpuratum</i> 0,014 g/cc
20	CS	Control para <i>Xanthosoma purpuratum</i> (agua)
21	TI	<i>Witheringia solanacea</i> 0,120 g/cc
22	TII	<i>Witheringia solanacea</i> 0,060 g/cc
23	TIII	<i>Witheringia solanacea</i> 0,030 g/cc
24	TIV	<i>Witheringia solanacea</i> 0,015 g/cc
25	CT	Control para <i>Witheringia solanacea</i> (agua)

Se realiza 10 repeticiones para cada tratamiento, en total 250 unidades experimentales.

Realizado por: Muñoz Cristina

Fuente. MUÑOZ, 2015

2.4 Metodología

2.4.1 Secado

La recolección de datos fue mediante observación y registro de pesos y tiempos para cada una de las especies.

Con los datos obtenidos se realizó cálculos de humedad en base seca con la Ecuación 1:

$$X_{BS} = \frac{\text{Masa de Agua}}{\text{Masa de solido seco}}$$

Y de velocidad de secado mediante la Ecuación 4:

$$W = \frac{S}{A} \left(-\frac{dX}{d\theta} \right)$$

Estos cálculos se realizaron con la finalidad de construir curvas como las de la Figura 2 para obtener datos de humedad crítica X_c , humedad final X_f y sus respectivas velocidades de secado W_c y W_f .

Los datos obtenidos sirvieron para calcular el tiempo de secado del período ante crítico que se indica en la Ecuación 5:

$$\theta_a = \frac{S}{A} \left(\frac{X_i - X_c}{W_c} \right)$$

Luego con la Ecuación 6 se calculó el tiempo de secado del período pos crítico:

$$\theta_p = \frac{S}{A} \left(\frac{X_c - X_f}{W_c} \right) \ln \frac{W_c}{W_f}$$

Por último, la suma del tiempo ante crítico y pos crítico resultó el tiempo total de secado como indica la Ecuación 7:

$$\theta_t = \theta_a + \theta_p$$

Un ejemplo (*L. nicou*) se encuentra en el ANEXO VI.

2.4.2 Bioensayos

Tanto el experimento para influencia de tamaño de poro como el de determinación de concentraciones eficaces se realizaron mediante bioensayos por lo tanto a través de observación y conteo descrito a continuación:

2.4.2.1 Bioensayo de mortalidad

Para observar el porcentaje de mortalidad se consideró el método de Yi et al., (2015) adaptado a las condiciones locales y consistió en colocar dentro de una caja Petri (de 55mm de diámetro y 5mm de profundidad) un disco de 4cm de diámetro de hoja de brócoli previamente sumergido en la sustancia “tratamiento” por 10 segundos y secado en reposo a temperatura ambiente por 30 minutos, sobre el

disco se situó 5 larvas de *Plutella xylostella* de segundo instar. Se selló la caja con papel parafilm, se formó bloques y se dejó en reposo durante 5 días (ANEXO VIII). Al cabo de este tiempo se destapó y contó las larvas muertas en cada caja mediante identificación por pérdida de movimiento, por último se calculó la proporción de mortalidad (% mortalidad) con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ mortalidad} = \frac{\text{individuos muertos}}{\text{total de individuos}} * 100$$

Ecuación 8. Porcentaje de mortalidad

2.4.2.2 *Bioensayo de efecto anti alimentario*

En el bioensayo de efecto anti alimentario (ANEXO IX) se escaneó, con la ayuda de una impresora (HP, Deskjet Ink Advantage 1515), el disco utilizado para el bioensayo de mortalidad al inicio y final del bioensayo para realizar el análisis de imágenes escaneadas siguiendo el protocolo de Carpio C. (2015) que se muestra en el ANEXO XI. El porcentaje consumido se calculó mediante la ecuación:

$$\% \text{ consumido} = \frac{\text{área comida del disco}}{\text{área del disco al inicio del bioensayo}} * 100$$

Ecuación 9. Porcentaje consumido

2.4.2.3 *Bioensayo de efecto anti oviposición*

El efecto anti oviposición se basó en el conteo de los huevos cada 24 horas puestos por adultos de *Plutella xylostella* de la misma edad dentro de cajas de cría (ANEXO X), los huevos se encontraban sobre dos discos, uno previamente sumergido en la sustancia a probar y otro de control (agua), ambos discos antes de introducir en la caja de cría se sumergieron en la sustancia “tratamiento” por 10 segundos y se dejaron secar mediante reposo y a temperatura ambiente por 30 minutos. El porcentaje de oviposición se calculó mediante la ecuación:

$$\% \text{ oviposición} = \frac{\text{número de huevos en el disco con extracto}}{\text{número de huevos en el disco de control}} * 100$$

Ecuación 10. Porcentaje de oviposición

2.5 **Métodos y materiales**

2.5.1 *Secado*

Consistió en deshidratar cada una de las plantas frescas con propiedades insecticidas en un secador de bandejas tipo armario (ESPOCH, Ecuador) a temperatura constante de 60°C. Para lo cual se cubrió la superficie de la bandeja en su totalidad con las hojas de las plantas a secar como lo sugiere Geankoplis (1998) para que la muestra esté expuesta solamente al aire empleado.

Para determinar la pérdida de humedad se registró el peso inicial y el peso de la muestra en intervalos de tiempo asignados de la siguiente manera: intervalos de 10 minutos hasta los 100 minutos de secado, luego intervalos de 30 minutos hasta los 250 minutos de secado y en adelante intervalos de 60 minutos hasta conseguir peso constante.

2.5.2 Crianza de palomilla dorso de diamante a nivel de laboratorio

Doscientas cuarenta y tres pupas y doscientas diez larvas fueron recolectadas en cultivos de repollo, brócoli y coliflor, en el sector el Pisque, de la ciudad de Ambato y trasladadas al laboratorio de GEDETERRA.

Larvas: se mantuvieron en cajas de engorde, que consistían en cajas plásticas con malla en la parte superior, éstas se revisaron diariamente para mantenerlas limpias y para alimentar las larvas. Aquella alimentación consistió en hojas frescas de brócoli variedad AVENGER sembrada bajo condiciones controladas.

Pupas: se formaban en las cajas de engorde y cuidadosamente eran trasladadas a cajas Petri. Las pupas posteriormente fueron colocadas en una caja de cría.

Adultos: emergían de las pupas colocadas en la caja de cría. Los adultos fueron alimentados 3 a 4 veces por semana mediante un algodón húmedo de una mezcla de miel y agua en proporción 1:9 simulando el polen que es su alimento natural; además las cajas contaban con un espacio para colocar discos de hoja de brócoli en la que adultos hembra pueden ovipositar. Los discos con huevos de las cajas de cría fueron sacados y repuestos pasando un día, estos discos fueron colocados en una nueva caja de engorde para que emerjan como larvas y continúe el ciclo.

2.5.3 Preparación de extractos

El lugar del cual se tomaron las plantas con propiedades insecticidas para los experimentos se ubica en un perímetro de 2 km del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica (S 1°14'18.85", W 77°53'4.30") Santa Clara en Pastaza, Ecuador. Las colecciones se realizaron en el período junio-octubre del 2015.

Para obtener los extractos acuosos que se probaron se siguió el protocolo propuesto por Cerda et al. (2015) que consistió en secar y moler las plantas insecticidas, preparar los extractos acuosos a la máxima concentración por maceración y finalmente filtrar al vacío con la ayuda de una bomba (THOMAS, 1630, Estados Unidos) para ser almacenados a 4°C en un refrigerador (DAEVOO, FR-146, Korea). El proceso se muestra en el ANEXO VII.

El establecimiento de la influencia del tamaño de poro en la etapa de filtración del extracto se realizó mediante la utilización de dos papeles filtro con diferente tamaño de poro:

- Papel filtro Whatman de 11um, en experimentación se denominó *poro grande*.
- Papel Filtro Whatman de 6um, en experimentación se denominó *poro pequeño*.

Para determinar concentraciones eficaces se prepararon extractos de cada especie vegetal a las concentraciones establecidas en la Tabla 2 de diseño experimental.

2.6 Análisis estadístico

Tanto para el análisis de datos de influencia del tamaño de poro como para la determinación de concentraciones eficaces de los extractos se realizaron análisis estadísticos paramétricos o no paramétricos dependiendo de la naturaleza de los datos, utilizando el software libre InfoStat.

Por tratarse de datos en porcentaje se aplicó la transformación de Bliss (arcoseno de la raíz de x) para estabilizar el error de varianza (Zar 1996; citado en Iannacone y Lamas, 2002) y se procedió con una prueba paramétrica ya sea mediante análisis de varianza (ANOVA) con estadístico de prueba Fisher o Prueba T de Student para muestras independientes.

Sin embargo si el 60% de datos eran cero o muy cercano no se consiguió una normalización mediante transformación por lo que se aplicó pruebas no paramétricas como Friedman o Wilcoxon.

En caso de existir diferencias significativas entre los tratamientos se realizó una prueba posterior de diferencias verdaderamente significativas (Tukey).

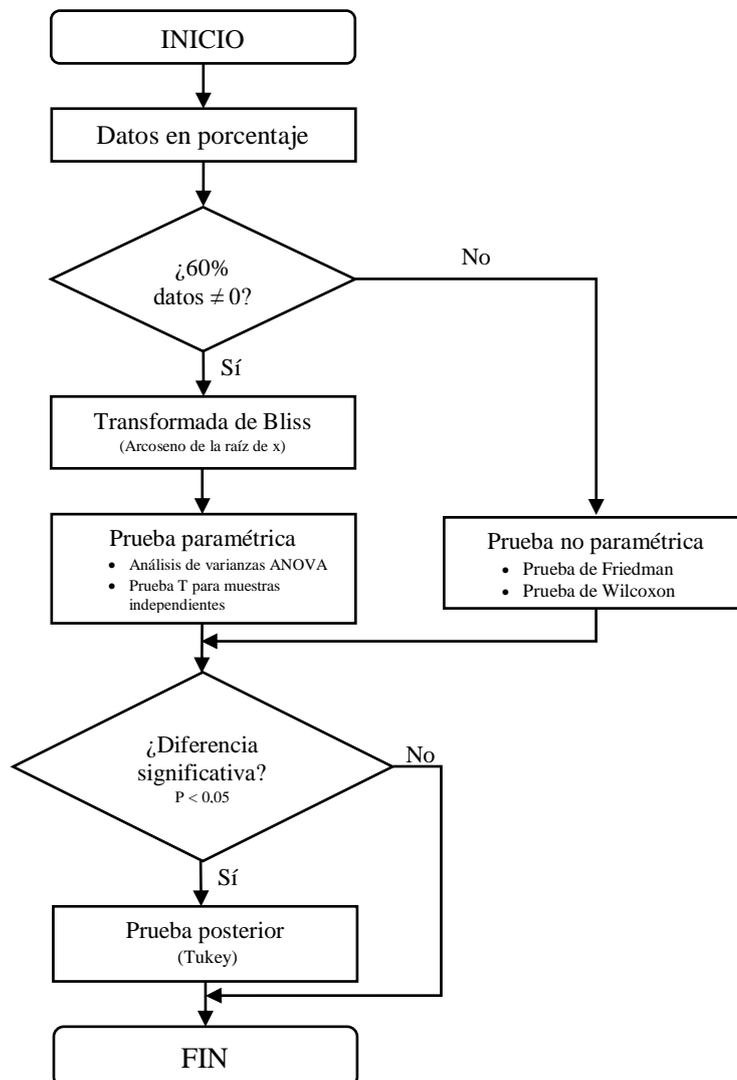


Figura 3. Diagrama de flujo para análisis de datos de influencia del tamaño de poro y determinación de concentraciones eficaces de extractos

Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

2.7 Datos

2.7.1 Datos experimentales de tiempo de secado

Tabla 3. Datos experimentales de secado de las cinco plantas con propiedades insecticidas

Especie	Peso del sólido húmedo (Kg)	Peso del sólido seco (Kg)	Área de la superficie expuesta (m ²)	Temperatura (°C)
<i>Lonchocarpus nicou</i>	0,015	0,005	0,1572	60
<i>Clibadium sp.</i>	0,025	0,008		
<i>Dieffenbachia costata</i>	0,047	0,007		
<i>Xanthosoma purpuratum</i>	0,046	0,007		
<i>Witheringia solanacea</i>	0,035	0,004		

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. OOUU ESPOCH, 2015

Tabla 4. Datos experimentales de secado de hojas de *Lonchocarpus nicou*

Tiempo (h)	Peso de la muestra (Kg)
0,000	0,015
0,167	0,013
0,433	0,007
0,633	0,007
0,800	0,006
1,000	0,006
1,200	0,006
1,367	0,006
1,533	0,005
1,717	0,005
1,883	0,005
2,383	0,005
2,883	0,005
3,383	0,005
3,883	0,005
4,383	0,005
16,833	0,005
17,333	0,005
18,333	0,005
19,433	0,005
22,233	0,005
23,233	0,005
24,233	0,005
25,233	0,005
40,733	0,005
49,400	0,005

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. OOUU ESPOCH, 2015

Tabla 5. Datos experimentales de secado de hojas de *Clibadium sp.*

Tiempo (h)	Peso de la muestra (Kg)
0,000	0,025
0,167	0,020
0,367	0,015
0,533	0,012
0,717	0,010
0,883	0,010
1,050	0,010
1,233	0,010
1,400	0,010
1,567	0,009
1,733	0,009
2,233	0,009
2,733	0,009
3,233	0,009
3,733	0,009
4,233	0,009
16,233	0,009
16,733	0,009
17,733	0,008
18,800	0,008
21,750	0,008
22,750	0,008
23,750	0,008
24,750	0,008
40,250	0,008
48,917	0,008

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. OOUU ESPOCH, 2015

Tabla 6. Datos experimentales de secado de hojas de *Dieffenbachia costata*

Tiempo (h)	Peso de la muestra (Kg)
0,000	0,047
0,183	0,045
0,350	0,041
0,550	0,040
0,717	0,037
0,900	0,035
1,083	0,033
1,250	0,031
1,417	0,028
1,583	0,027
1,750	0,025
2,250	0,022
2,750	0,017
3,250	0,014
3,750	0,012
4,250	0,009
16,450	0,008
16,950	0,008
17,950	0,008
19,000	0,007
21,900	0,007
22,900	0,007
23,900	0,007
24,900	0,007
40,400	0,007
49,067	0,007

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. OOUU ESPOCH, 2015

Tabla 7. Datos experimentales de secado de hojas de *Xanthosoma purpuratum*

Tiempo (h)	Peso de la muestra (Kg)
0,000	0,046
0,250	0,043
0,433	0,039
0,683	0,035
0,883	0,032
1,083	0,031
1,250	0,030
1,433	0,028
1,617	0,027
1,783	0,024
1,950	0,024
2,450	0,019
2,950	0,016
3,450	0,014
3,950	0,011
4,450	0,011
16,717	0,008
17,217	0,008
18,217	0,007
19,267	0,007
22,117	0,007
23,117	0,007
24,117	0,007
25,117	0,007
40,617	0,007
49,283	0,007

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. OOUU ESPOCH, 2015

Tabla 8. Datos experimentales de secado de hojas de *Witheringia solanacea*

Tiempo (h)	Peso de la muestra (Kg)
0,000	0,035
0,333	0,022
0,500	0,017
0,700	0,016
0,867	0,013
1,067	0,012
1,267	0,007
1,433	0,007
1,600	0,005
1,800	0,005
1,967	0,005
2,467	0,005
2,967	0,005
3,467	0,005
3,967	0,005
4,550	0,005
17,083	0,005
17,583	0,005
18,583	0,005
19,633	0,005
22,500	0,005
23,500	0,005
24,500	0,005
25,500	0,005
41,000	0,005
49,667	0,005

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. OOUU ESPOCH, 2015

2.7.2 Datos calculados y curvas de secado

Un ejemplo de los cálculos se encuentra en el ANEXO VI.

Tabla 9. Datos para las curvas de secado de hojas de *L. nicou* a 60°C

Tiempo θ (h)	Peso muestra P (Kg)	Humedad en base seca X (Kg H ₂ O/Kg S)	Promedio de humedad (\bar{X})	dX	d θ	Velocidad de secado W (Kg H ₂ O /m ² h)
0,000	0,015	2,289	2,078	-0,822	0,167	0,141
0,167	0,013	1,867	1,256	-0,656	0,267	0,070
0,433	0,007	0,644	0,600	-0,111	0,200	0,016
0,633	0,007	0,556	0,489	-0,144	0,167	0,025
0,800	0,006	0,422	0,344	-0,089	0,200	0,013
1,000	0,006	0,267	0,256	-0,022	0,200	0,003
1,200	0,006	0,244	0,233	-0,022	0,167	0,004
1,367	0,006	0,222	0,211	-0,022	0,167	0,004
1,533	0,005	0,200	0,189	-0,022	0,183	0,003
1,717	0,005	0,178	0,167	-0,011	0,167	0,002
1,883	0,005	0,156	0,156	0,000	0,500	0,000
2,383	0,005	0,156	0,156	0,000	0,500	0,000
2,883	0,005	0,156	0,156	0,000	0,500	0,000
3,383	0,005	0,156	0,156	0,000	0,500	0,000
3,883	0,005	0,156	0,156	-0,022	0,500	0,001
4,383	0,005	0,156	0,133	-0,033	12,450	0,000
16,833	0,005	0,111	0,100	-0,022	0,500	0,001
17,333	0,005	0,089	0,078	-0,022	1,000	0,001
18,333	0,005	0,067	0,056	-0,033	1,100	0,001
19,433	0,005	0,044	0,022	-0,022	2,800	0,000
22,233	0,005	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
23,233	0,005	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
24,233	0,005	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
25,233	0,005	0,000	0,000	0,000	15,500	0,000
40,733	0,005	0,000	0,000	0,000	8,667	0,000

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, 2015

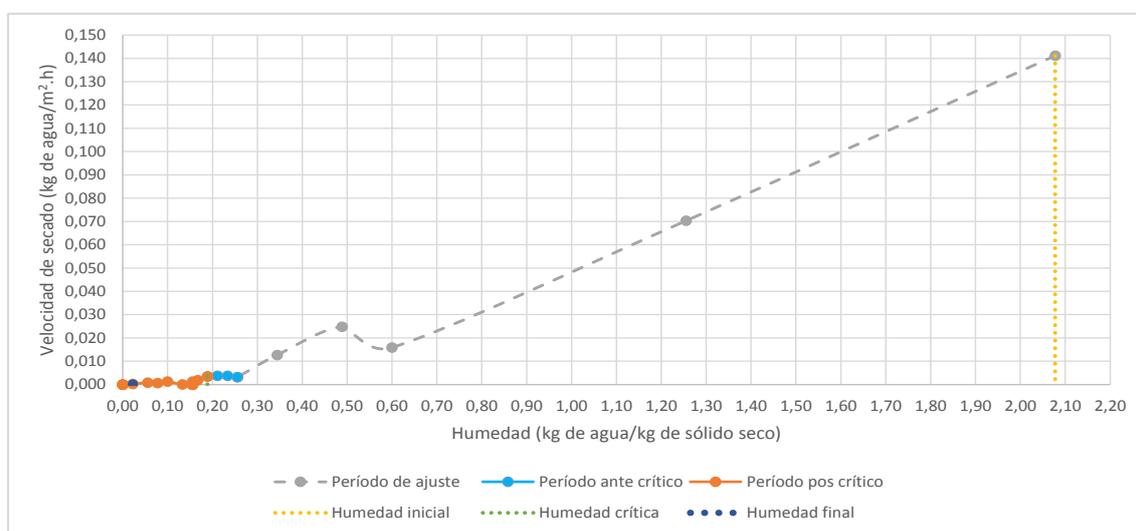


Gráfico 1. Curva de velocidad de secado en función de la humedad de *Lonchocarpus nicou*

Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

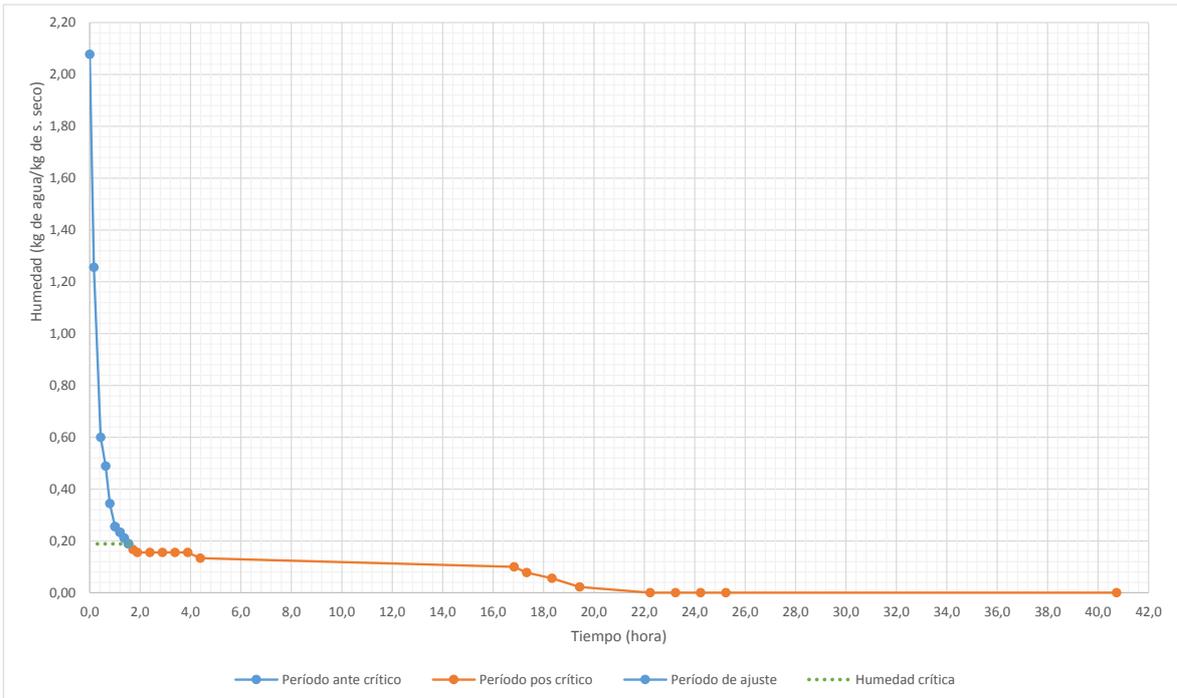
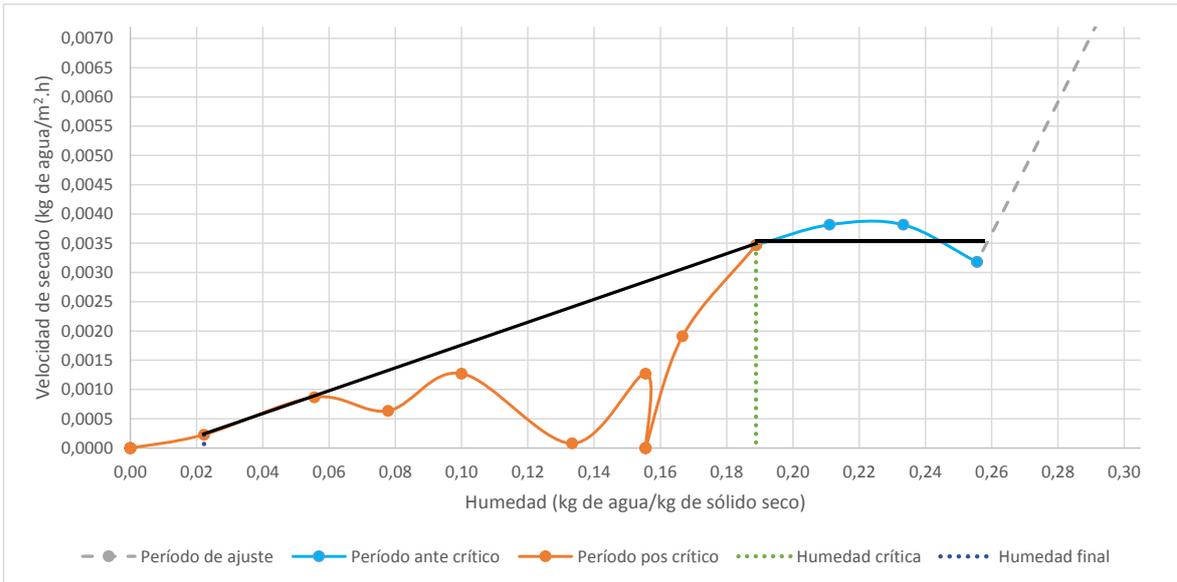


Tabla 10. Datos para las curvas de secado de hojas de *Clibadium sp.* a 60°C

Tiempo θ (h)	Peso muestra P (Kg)	Humedad en base seca X (Kg H ₂ O/Kg S)	Promedio de humedad (\bar{X})	dX	d θ	Velocidad de secado W (Kg H ₂ O /m ² h)
0,000	0,025	2,342	1,980	-0,691	0,167	0,200
0,167	0,020	1,618	1,289	-0,533	0,200	0,129
0,367	0,015	0,961	0,757	-0,303	0,167	0,088
0,533	0,012	0,553	0,454	-0,105	0,183	0,028
0,717	0,010	0,355	0,349	-0,026	0,167	0,008
0,883	0,010	0,342	0,322	-0,026	0,167	0,008
1,050	0,010	0,303	0,296	-0,026	0,183	0,007
1,233	0,010	0,289	0,270	-0,026	0,167	0,008
1,400	0,010	0,250	0,243	-0,020	0,167	0,006
1,567	0,009	0,237	0,224	-0,026	0,167	0,008
1,733	0,009	0,211	0,197	-0,026	0,500	0,003
2,233	0,009	0,184	0,171	-0,020	0,500	0,002
2,733	0,009	0,158	0,151	-0,013	0,500	0,001
3,233	0,009	0,145	0,138	-0,007	0,500	0,001
3,733	0,009	0,132	0,132	0,000	0,500	0,000
4,233	0,009	0,132	0,132	-0,007	12,000	0,000
16,233	0,009	0,132	0,125	-0,013	0,500	0,001
16,733	0,009	0,118	0,112	-0,020	1,000	0,001
17,733	0,008	0,105	0,092	-0,026	1,067	0,001
18,800	0,008	0,079	0,066	-0,033	2,950	0,001
21,750	0,008	0,053	0,033	-0,026	1,000	0,001
22,750	0,008	0,013	0,007	-0,007	1,000	0,000
23,750	0,008	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
24,750	0,008	0,000	0,000	0,000	15,500	0,000
40,250	0,008	0,000	0,000	0,000	8,667	0,000

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, 2015

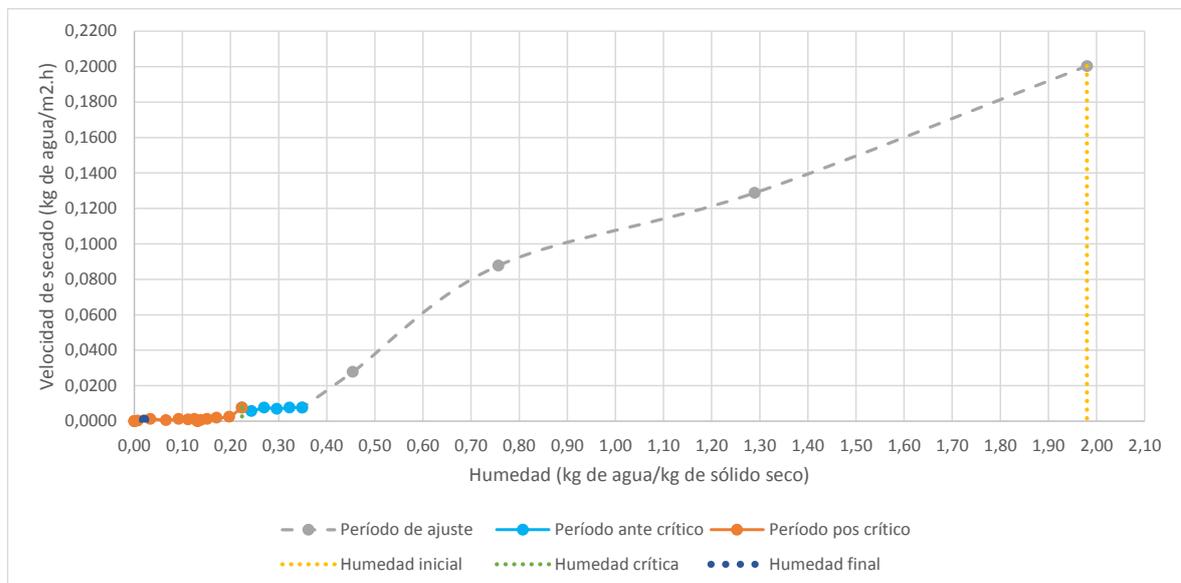


Gráfico 4. Curva de velocidad de secado en función de la humedad de *Clibadium sp.*

Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

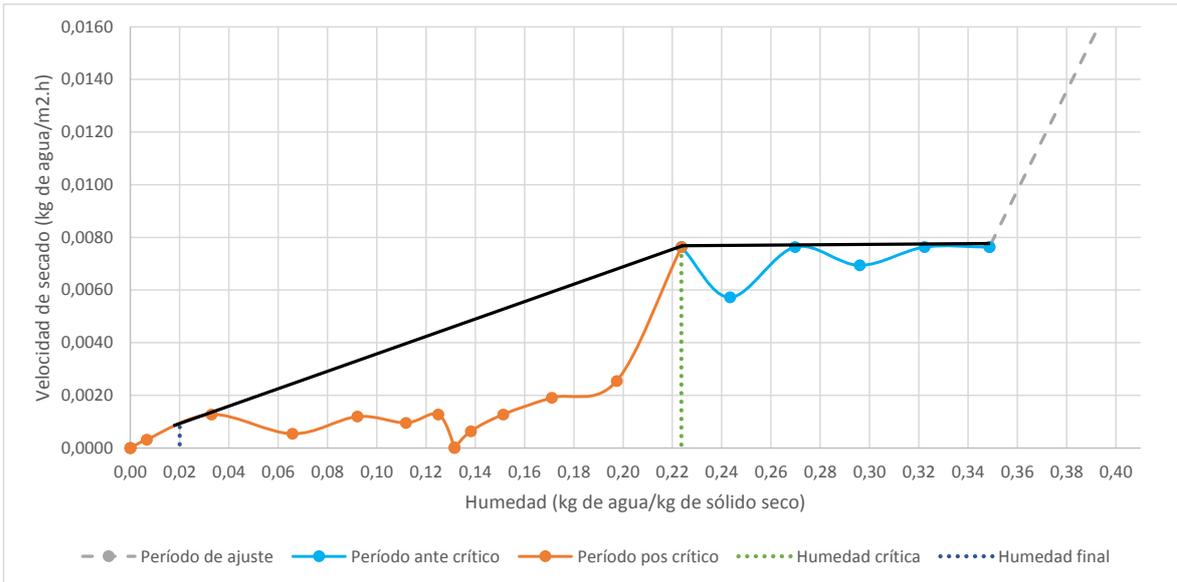


Gráfico 5. Acercamiento de la curva de velocidad de secado en función de la humedad de *Clibadium sp.*

Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

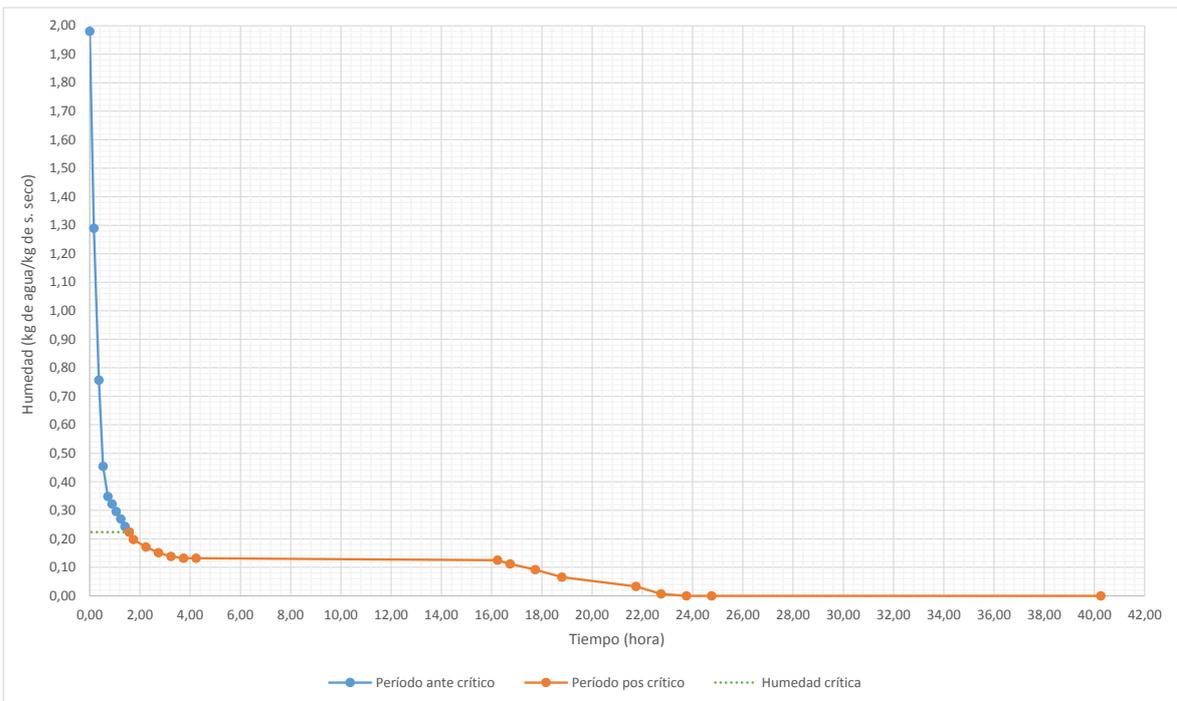


Gráfico 6. Curva de humedad en función del tiempo de secado de *Clibadium sp.*

Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

Tabla 11. Datos para las curvas de secado de hojas de *D. costata* a 60°C

Tiempo θ (h)	Peso muestra P (Kg)	Humedad en base seca X (Kg H ₂ O/Kg S)	Promedio de humedad (\bar{X})	dX	d θ	Velocidad de secado W (Kg H ₂ O /m ² h)
0,000	0,047	5,743	5,571	-0,479	0,183	0,116
0,183	0,045	5,400	5,093	-0,364	0,167	0,097
0,350	0,041	4,786	4,729	-0,271	0,200	0,060
0,550	0,040	4,671	4,457	-0,357	0,167	0,095
0,717	0,037	4,243	4,100	-0,271	0,183	0,066
0,900	0,035	3,957	3,829	-0,271	0,183	0,066
1,083	0,033	3,700	3,557	-0,343	0,167	0,092
1,250	0,031	3,414	3,214	-0,264	0,167	0,071
1,417	0,028	3,014	2,950	-0,207	0,167	0,055
1,583	0,027	2,886	2,743	-0,357	0,167	0,095
1,750	0,025	2,600	2,386	-0,564	0,500	0,050
2,250	0,022	2,171	1,821	-0,571	0,500	0,051
2,750	0,017	1,471	1,250	-0,393	0,500	0,035
3,250	0,014	1,029	0,857	-0,393	0,500	0,035
3,750	0,012	0,686	0,464	-0,286	0,500	0,025
4,250	0,009	0,243	0,179	-0,071	12,200	0,000
16,450	0,008	0,114	0,107	-0,007	0,500	0,001
16,950	0,008	0,100	0,100	-0,050	1,000	0,002
17,950	0,008	0,100	0,050	-0,050	1,050	0,002
19,000	0,007	0,000	0,000	0,000	2,900	0,000
21,900	0,007	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
22,900	0,007	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
23,900	0,007	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
24,900	0,007	0,000	0,000	0,000	15,500	0,000
40,400	0,007	0,000	0,000	0,000	8,667	0,000

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, 2015

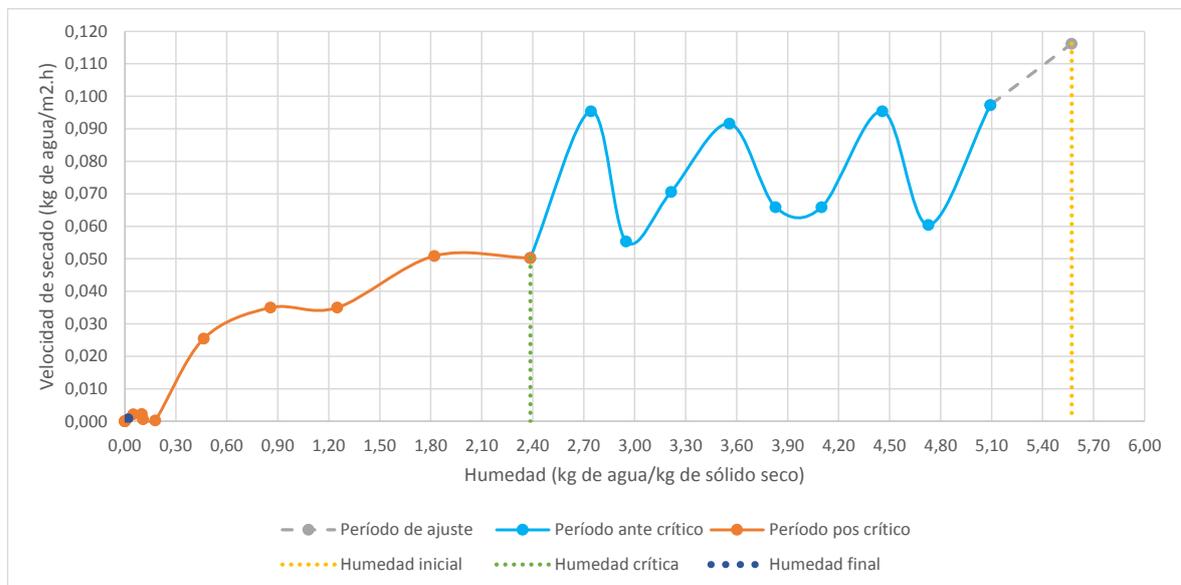


Gráfico 7. Curva de velocidad de secado en función de la humedad de *Dieffenbachia costata*

Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

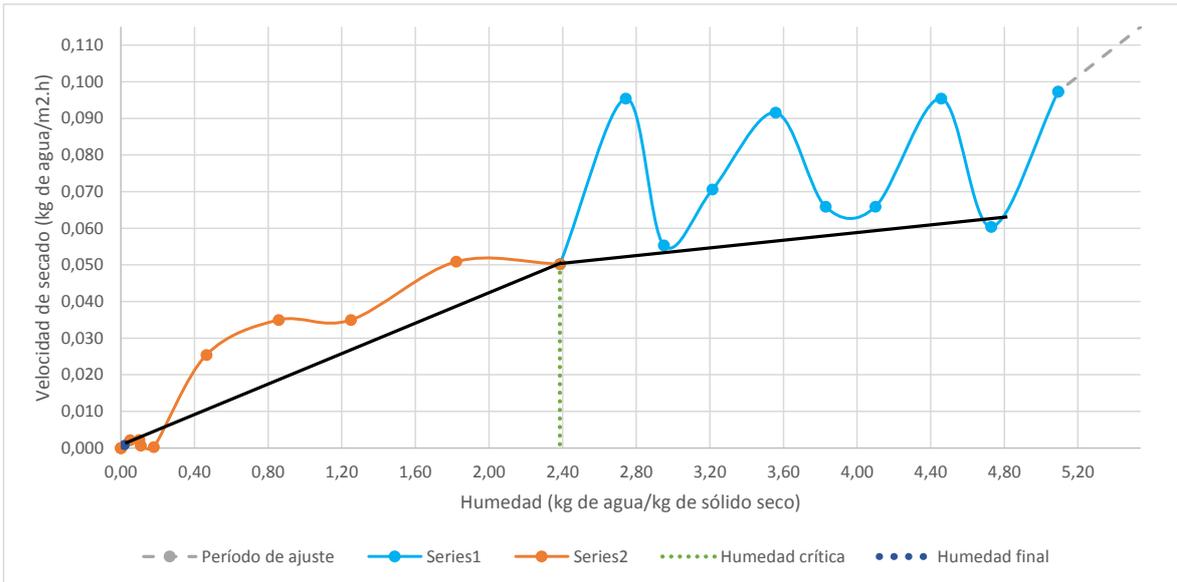


Gráfico 8. Acercamiento de la curva de velocidad de secado en función de la humedad de *Dieffenbachia costata*

Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

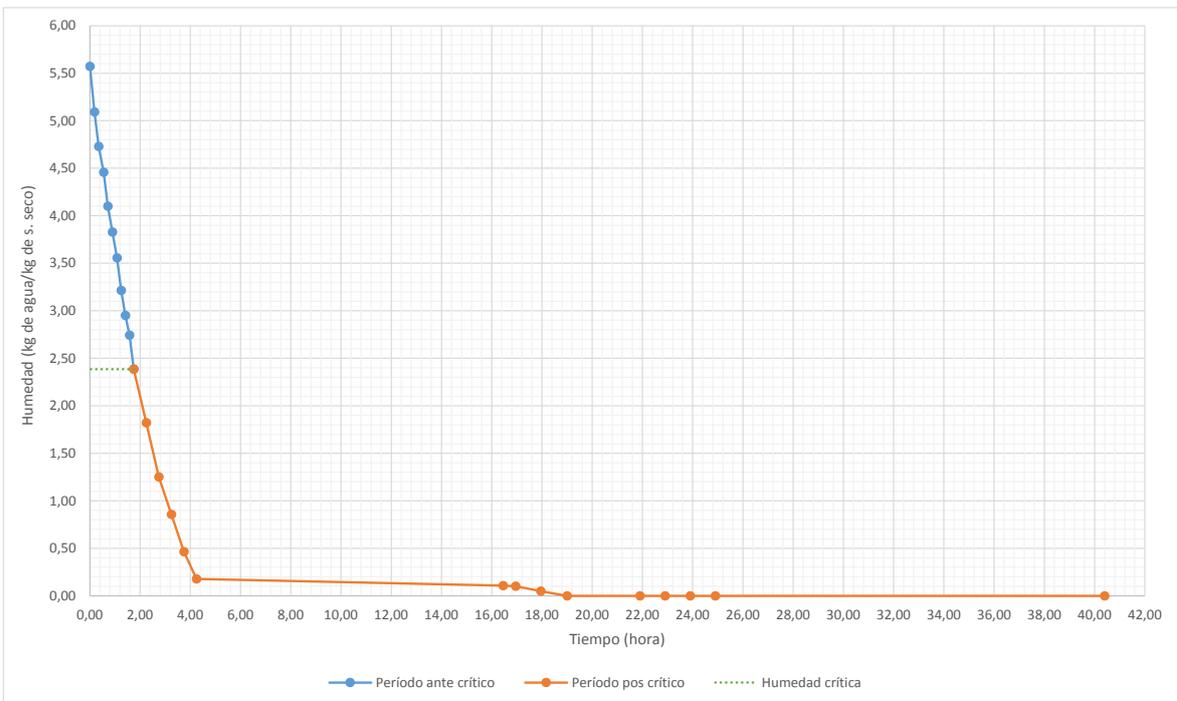


Gráfico 9. Curva de humedad en función del tiempo de secado de *Dieffenbachia costata*

Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

Tabla 12. Datos para las curvas de secado de hojas de *X. purpuratum* a 60°C

Tiempo θ (h)	Peso muestra P (Kg)	Humedad en base seca X (Kg H ₂ O/Kg S)	Promedio de humedad (\bar{X})	dX	d θ	Velocidad de secado W (Kg H ₂ O/Kg S)
0,000	0,046	6,108	5,838	-0,554	0,250	0,092
0,250	0,043	5,569	5,285	-0,569	0,183	0,128
0,433	0,039	5,000	4,715	-0,508	0,250	0,084
0,683	0,035	4,431	4,208	-0,315	0,200	0,065
0,883	0,032	3,985	3,892	-0,200	0,200	0,041
1,083	0,031	3,800	3,692	-0,262	0,167	0,065
1,250	0,030	3,585	3,431	-0,238	0,183	0,054
1,433	0,028	3,277	3,192	-0,285	0,183	0,064
1,617	0,027	3,108	2,908	-0,208	0,167	0,052
1,783	0,024	2,708	2,700	-0,369	0,167	0,092
1,950	0,024	2,692	2,331	-0,600	0,500	0,050
2,450	0,019	1,969	1,731	-0,392	0,500	0,032
2,950	0,016	1,492	1,338	-0,400	0,500	0,033
3,450	0,014	1,185	0,938	-0,246	0,500	0,020
3,950	0,011	0,692	0,692	-0,215	0,500	0,018
4,450	0,011	0,692	0,477	-0,246	12,267	0,001
16,717	0,008	0,262	0,231	-0,062	0,500	0,005
17,217	0,008	0,200	0,169	-0,062	1,000	0,003
18,217	0,007	0,138	0,108	-0,046	1,050	0,002
19,267	0,007	0,077	0,062	-0,015	2,850	0,000
22,117	0,007	0,046	0,046	0,000	1,000	0,000
23,117	0,007	0,046	0,046	-0,008	1,000	0,000
24,117	0,007	0,046	0,038	-0,015	1,000	0,001
25,117	0,007	0,031	0,023	-0,008	15,500	0,000
40,617	0,007	0,015	0,015	-0,015	8,667	0,000

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, 2015

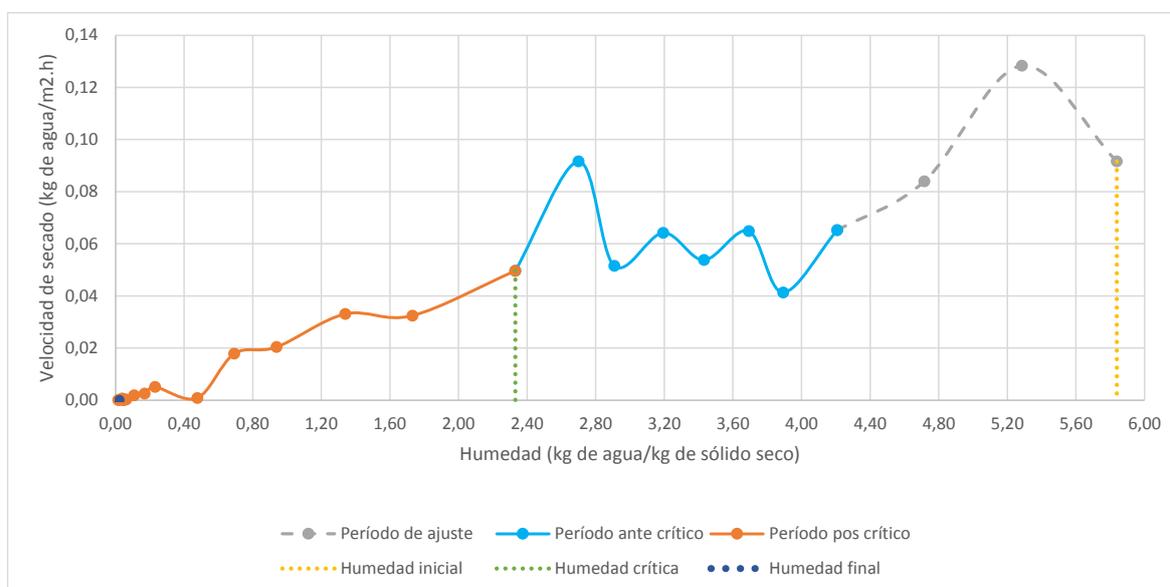


Gráfico 10. Curva de velocidad de secado en función de la humedad de *Xanthosoma purpuratum*

Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

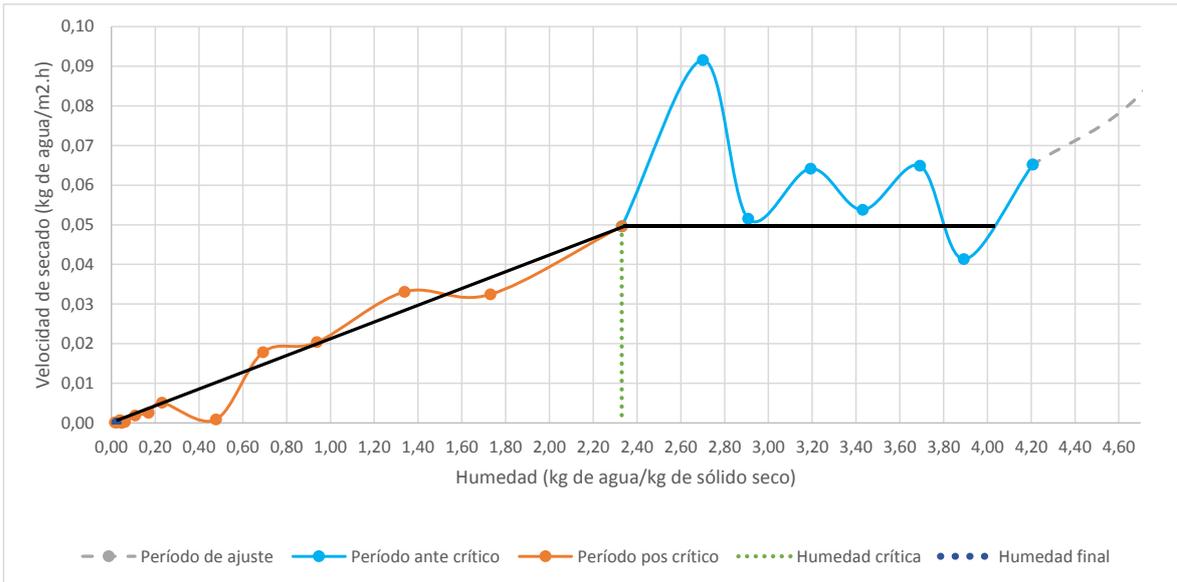


Gráfico 11. Acercamiento de la curva de velocidad de secado en función de la humedad de *Xanthosoma purpuratum*
 Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

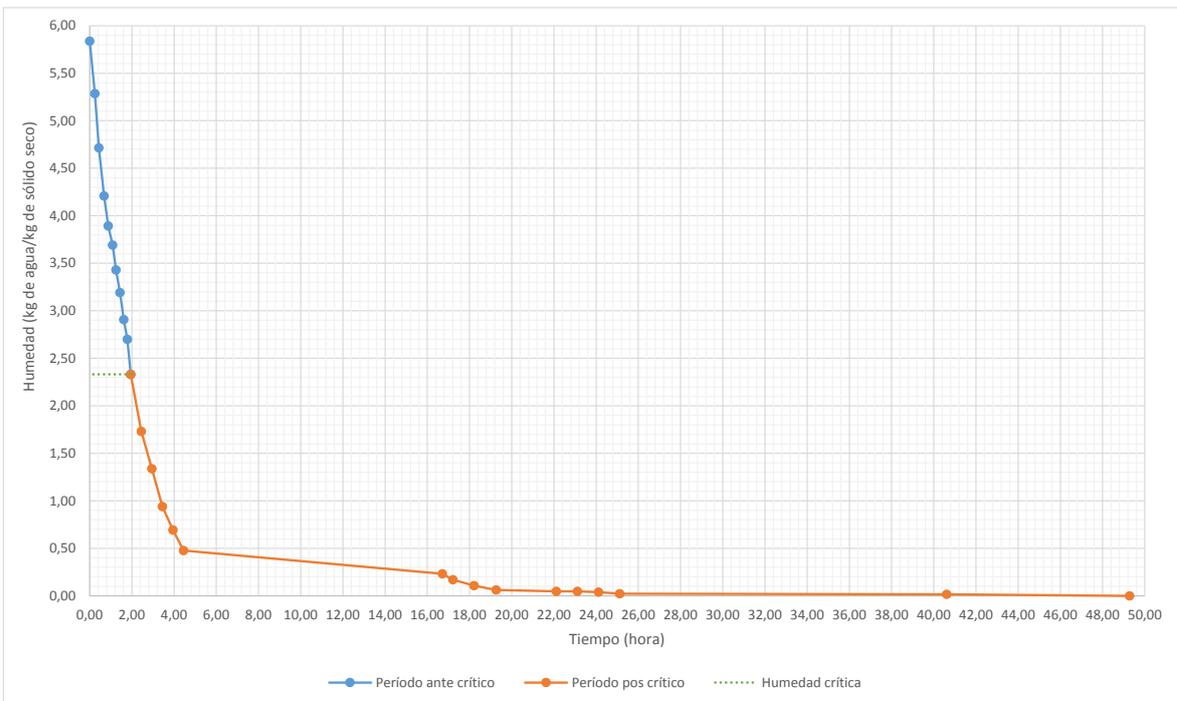


Gráfico 12. Curva de humedad en función del tiempo de secado de *Xanthosoma purpuratum*
 Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

Tabla 13. Datos para las curvas de secado de hojas de *W. solanacea* a 60°C

Tiempo θ (h)	Peso muestra P (Kg)	Humedad en base seca X (Kg H ₂ O/Kg S)	Promedio de humedad (\bar{X})	dX	d θ	Velocidad de secado W (Kg H ₂ O /m ² h)
0,000	0,035	6,733	5,311	-1,944	0,333	0,171
0,333	0,022	3,889	3,367	-0,689	0,167	0,121
0,500	0,017	2,844	2,678	-0,522	0,200	0,076
0,700	0,016	2,511	2,156	-0,444	0,167	0,078
0,867	0,013	1,800	1,711	-0,622	0,200	0,091
1,067	0,012	1,622	1,089	-0,511	0,200	0,075
1,267	0,007	0,556	0,578	-0,200	0,167	0,035
1,433	0,007	0,600	0,378	-0,244	0,167	0,043
1,600	0,005	0,156	0,133	-0,011	0,200	0,002
1,800	0,005	0,111	0,122	0,000	0,167	0,000
1,967	0,005	0,133	0,122	-0,011	0,500	0,001
2,467	0,005	0,111	0,111	-0,011	0,500	0,001
2,967	0,005	0,111	0,100	-0,011	0,500	0,001
3,467	0,005	0,089	0,089	0,000	0,500	0,000
3,967	0,005	0,089	0,089	-0,022	0,583	0,001
4,550	0,005	0,089	0,067	-0,022	12,533	0,000
17,083	0,005	0,044	0,044	0,000	0,500	0,000
17,583	0,005	0,044	0,044	-0,011	1,000	0,000
18,583	0,005	0,044	0,033	-0,022	1,050	0,001
19,633	0,005	0,022	0,011	-0,011	2,867	0,000
22,500	0,005	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
23,500	0,005	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
24,500	0,005	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
25,500	0,005	0,000	0,000	0,000	15,500	0,000
41,000	0,005	0,000	0,000	0,000	8,667	0,000

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, 2015

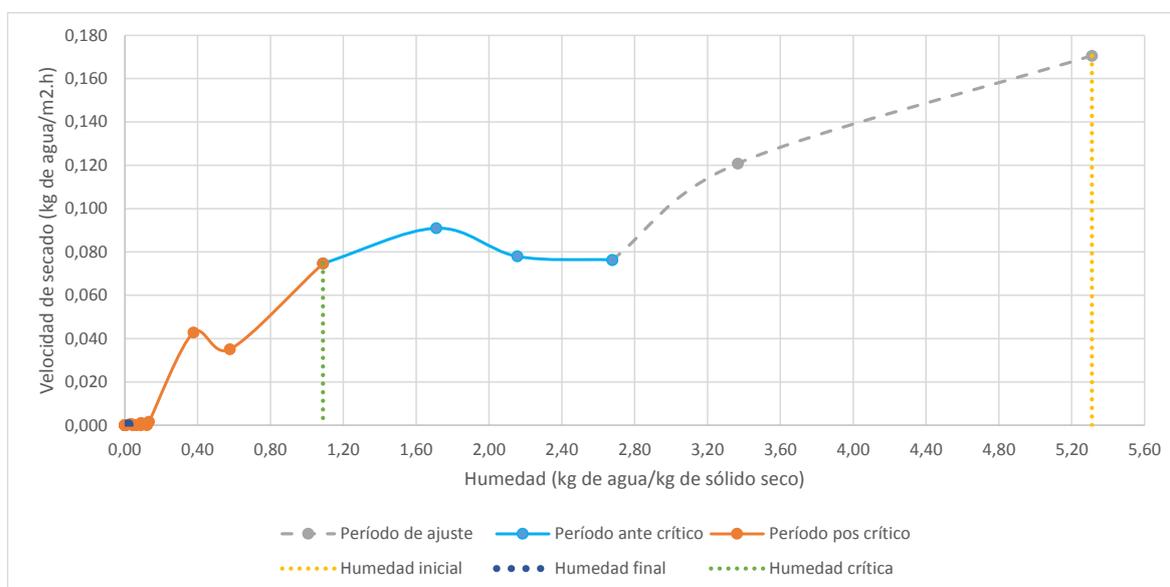


Gráfico 13. Curva de velocidad de secado en función de la humedad de *Witheringia solanacea*

Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

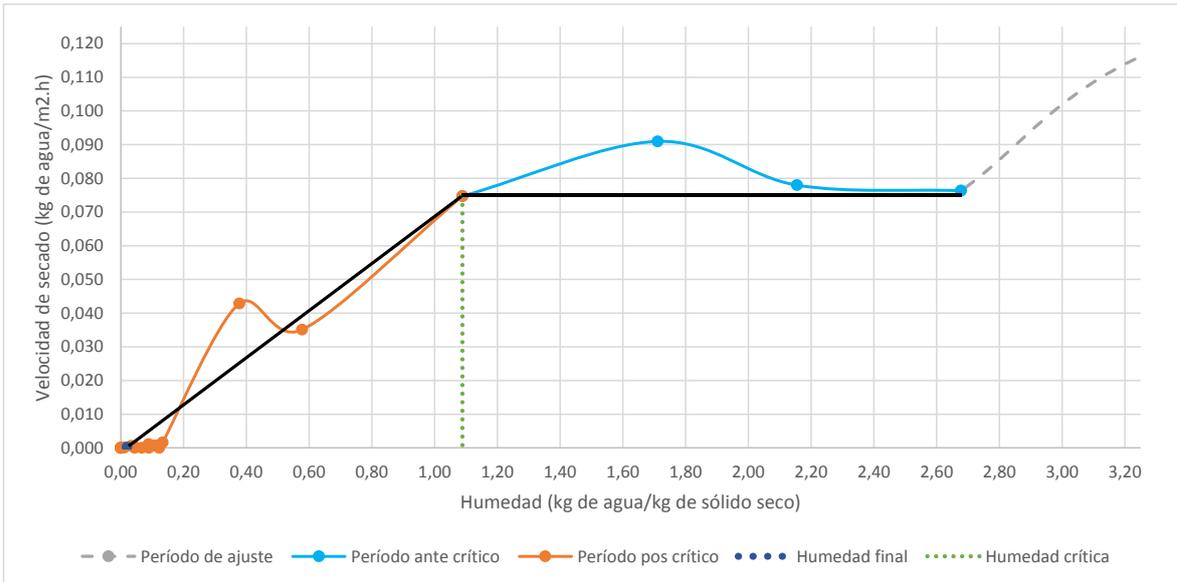


Gráfico 14. Acercamiento de la curva de velocidad de secado en función de la humedad de *Witheringia solanacea*

Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

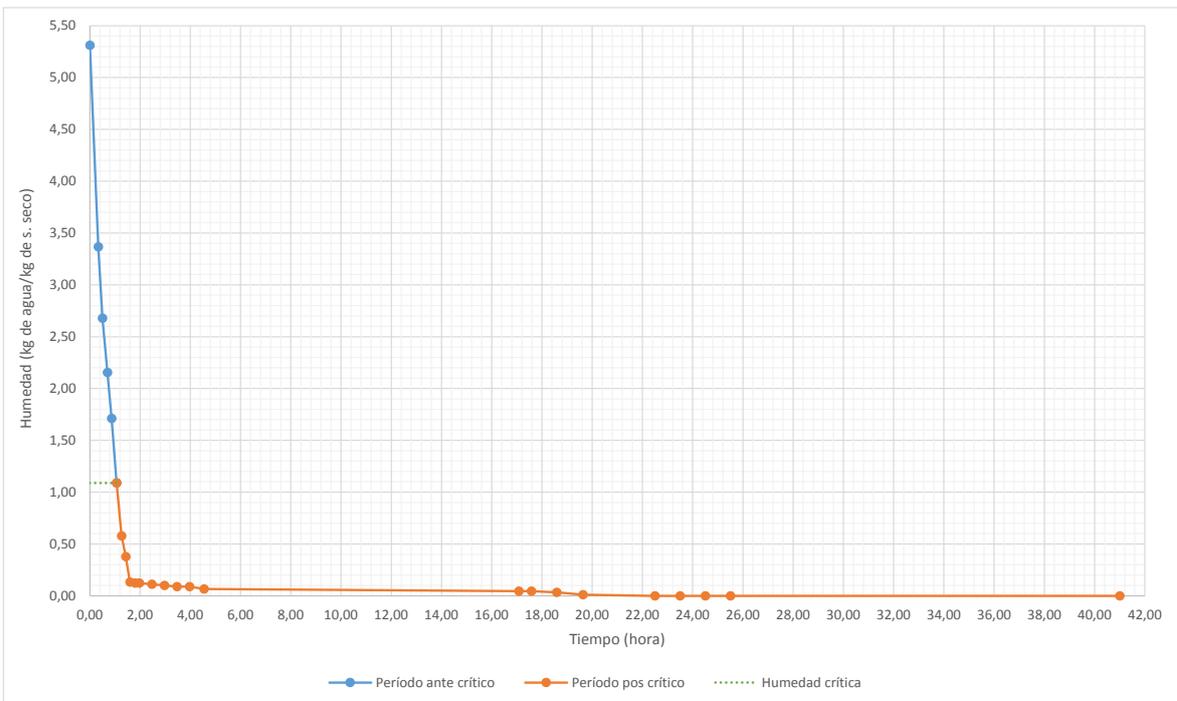


Gráfico 15. Curva de humedad en función del tiempo de secado de *Witheringia solanacea*

Fuente: Realizado por: Muñoz, C. 2015

2.7.3 Datos experimentales de influencia del tamaño de poro

2.7.3.1 Bioensayo de mortalidad

Tabla 14. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Lonchocarpus nicou*

Tratamiento Tamaño del poro	BG (<i>L. nicou</i> 0,130 g/cc poro grande) %	BP (<i>L. nicou</i> 0,130 g/cc poro pequeño) %	CP (Agua) %
% mortalidad	40,00	20,00	0,00
	0,00	20,00	0,00
	40,00	40,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	40,00	20,00	0,00
	20,00	60,00	0,00
	40,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	0,00
	0,00	20,00	0,00
	0,00	20,00	0,00
Mediana % mortalidad	20,00	20,00	0,00

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 15. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Clibadium sp.*

Tratamiento Tamaño de poro	KG (<i>Clibadium sp.</i> 0,080 g/cc poro grande) %	KP (<i>Clibadium sp.</i> 0,080 g/cc poro pequeño) %	CP (Agua) %
% mortalidad	20,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	20,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	40,00	0,00
Mediana % mortalidad	0,00	0,00	0,00

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 16. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Dieffenbachia costata*

Tratamiento Tamaño de poro	LG (<i>D. costata</i> 0,080 g/cc poro grande) %	LP (<i>D. costata</i> 0,080 g/cc poro pequeño) %	CP (Agua) %
% mortalidad	20,00	0,00	0,00
	0,00	20,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	20,00	20,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	20,00	20,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
Mediana % mortalidad	0,00	0,00	0,00

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015
Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 17. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Xanthosoma purpuratum*

Tratamiento Tamaño de poro	SG (<i>X. purpuratum</i> 0,110 g/cc poro grande) %	SP (<i>X. purpuratum</i> 0,110 g/cc poro pequeño) %	CP (Agua) %
% mortalidad	20,00	0,00	0,00
	0,00	20,00	0,00
	20,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	0,00
Mediana % mortalidad	10,00	0,00	0,00

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015
Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 18. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Witheringia solanacea*

Tratamiento Tamaño de poro	TG (<i>W. solanacea</i> 0,120 g/cc poro grande) %	TP (<i>W. solanacea</i> 0,120 g/cc poro pequeño) %	CP (Agua) %
% mortalidad	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	20,00	0,00
	0,00	20,00	0,00
	20,00	0,00	0,00
0,00	20,00	0,00	
Mediana % mortalidad	0,00	0,00	0,00

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015
Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

2.7.3.2 Bioensayo de efecto anti alimentario

Tabla 19. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Lonchocarpus nicou*

Tratamiento Tamaño del poro	BG (<i>L. nicou</i> 0,130 g/cc poro grande) %	BP (<i>L. nicou</i> 0,130 g/cc poro pequeño) %	CP (Agua) %
% consumido	6,33	0,16	0,73
	3,57	0,87	1,34
	1,84	3,34	0,87
	2,88	4,25	3,21
	2,41	2,67	0,75
	0,56	0,64	4,86
	5,44	3,21	1,71
	0,40	2,73	3,47
	3,17	6,34	1,02
	3,01	0,52	16,93
Promedio % consumido	2,96	2,47	3,49

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015
Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 20. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Clibadium sp.*

Tratamiento Tamaño de poro	KG (<i>Clibadium sp.</i> 0,080 g/cc poro grande) %	KP (<i>Clibadium sp.</i> 0,080 g/cc poro pequeño) %	CP (Agua) %
% consumido	2,12	0,28	3,53
	1,32	0,57	2,25
	4,58	1,91	2,25
	0,48	5,74	1,79
	0,71	0,51	1,52
	1,37	0,55	0,79
	0,93	0,23	1,21
	0,41	1,17	0,41
	0,48	0,32	1,95
	0,19	0,75	2,84
Promedio % consumido	1,26	1,20	1,86

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015
Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 21. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Dieffenbachia costata*

Tratamiento Tamaño de poro	LG (<i>D. costata</i> 0,080 g/cc poro grande) %	LP (<i>D. costata</i> 0,080 g/cc poro pequeño) %	CP (Agua) %
% consumido	1,63	1,62	1,37
	2,21	2,64	1,30
	1,49	0,36	1,85
	2,01	9,33	7,55
	2,00	2,14	2,95
	7,08	4,06	1,13
	1,87	12,48	2,97
	0,78	1,46	2,98
	0,68	3,67	13,86
	1,44	0,43	3,66
Promedio % consumido	2,12	3,82	3,96

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015
Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 22. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Xanthosoma purpuratum*

Tratamiento Tamaño de poro	SG (<i>X. purpuratum</i> 0,110 g/cc poro grande) %	SP (<i>X. purpuratum</i> 0,110 g/cc poro pequeño) %	CP (Agua) %
% consumido	2,36	0,07	2,52
	5,90	1,61	0,50
	1,17	0,01	0,91
	0,44	0,51	0,68
	3,64	0,02	1,51
	0,18	1,48	1,86
	1,65	0,19	3,89
	0,38	22,92	0,68
	3,65	1,09	5,65
4,42	0,91	2,70	
Promedio % consumido	2,38	2,88	2,09

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 23. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Witheringia solanacea*

Tratamiento Tamaño de poro	TG (<i>W. solanacea</i> 0,120 g/cc poro grande) %	TP (<i>W. solanacea</i> 0,120 g/cc poro pequeño) %	CP (Agua) %
% consumido	1,54	1,00	1,37
	0,13	1,33	1,30
	2,95	0,71	1,85
	2,02	1,84	7,55
	0,01	1,20	2,95
	0,37	0,02	1,13
	1,42	0,29	2,97
	1,16	1,15	2,98
	1,34	1,74	13,86
	1,17	4,27	3,66
Promedio % consumido	1,21	1,36	3,96

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

2.7.3.3 Bioensayo de efecto anti oviposición

Tabla 24. Datos del porcentaje de oviposición por adultos *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Lonchocarpus nicou*

Tratamiento Tamaño del poro	BG (<i>L. nicou</i> 0,130 g/cc poro grande) %	BP (<i>L. nicou</i> 0,130 g/cc poro pequeño) %
% oviposición	6,78	0,00
	0,00	18,52
	0,00	0,00
	0,00	0,00
	0,00	9,62
	0,00	0,00
	0,00	0,00
	8,62	0,00
	7,69	0,00
13,33	0,00	
Mediana % oviposición	0,00	0,00

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 25. Datos del porcentaje de oviposición por adultos *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Clibadium sp.*

Tratamiento Tamaño de poro	KG (<i>Clibadium sp.</i> 0,080 g/cc poro grande) %	KP (<i>Clibadium sp.</i> 0,080 g/cc poro pequeño) %
% oviposición	56,25	33,33
	7,89	2,67
	4,17	19,51
	17,74	14,29
	4,55	36,67
	57,89	8,57
	60,00	30,43
	12,77	17,31
	100,00	38,10
	0,00	54,29
Promedio % oviposición	32,13	25,52

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 26. Datos del porcentaje de oviposición por adultos *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Dieffenbachia costata*

Tratamiento Tamaño de poro	LG (<i>D. costata</i> 0,080 g/cc poro grande) %	LP (<i>D. costata</i> 0,080 g/cc poro pequeño) %
% oviposición	26,67	1,69
	5,13	7,94
	13,55	33,33
	22,83	2,87
	3,70	23,88
	75,00	21,95
	31,79	0,67
	1,92	2,15
	34,98	3,50
	11,45	41,25
Promedio % oviposición	22,70	13,92

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 27. Datos del porcentaje de oviposición por adultos *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Xanthosoma purpuratum*

Tratamiento Tamaño de poro	SG (<i>X. purpuratum</i> 0,110 g/cc poro grande) %	SP (<i>X. purpuratum</i> 0,110 g/cc poro pequeño) %
% oviposición	4,71	13,33
	0,91	7,61
	8,33	1,96
	10,11	0,00
	1,22	0,00
	0,00	1,80
	1,49	1,12
	0,88	0,00
	0,00	3,13
	0,00	0,00
Promedio % oviposición	2,77	2,89

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 28. Datos del porcentaje de oviposición por adultos *P. xylostella* frente a la variable tamaño de poro en el extracto de *Witheringia solanacea*

Tratamiento Tamaño de poro	TG (<i>W. solanacea</i> 0,120 g/cc poro grande) %	TP (<i>W. solanacea</i> 0,120 g/cc poro pequeño) %
% oviposición	3,33	78,13
	5,26	19,44
	16,30	0,00
	90,83	61,11
	12,59	26,92
	2,33	54,61
	2,05	39,83
	62,38	11,43
	26,36	72,41
9,42	11,03	
Promedio % oviposición	23,08	37,49

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

2.7.4 Datos experimentales de determinación de concentraciones eficaces

2.7.4.1 Bioensayo de mortalidad

Tabla 29. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Lonchocarpus nicou*

Tratamiento Concentración	BI (<i>L. nicou</i> 0,130 g/cc) %	BII (<i>L. nicou</i> 0,065 g/cc) %	BIII (<i>L. nicou</i> 0,032 g/cc) %	BIV (<i>L. nicou</i> 0,016 g/cc) %	CB (Agua) %
% mortalidad	20,00	0,00	20,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	20,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00
	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	
Mediana % mortalidad	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 30. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Clibadium sp.*

Tratamiento Concentración	KI (<i>Clibadium sp.</i> 0,080 g/cc) %	KII (<i>Clibadium sp.</i> 0,040 g/cc) %	KIII (<i>Clibadium sp.</i> 0,020 g/cc) %	KIV (<i>Clibadium sp.</i> 0,010 g/cc) %	CK (Agua) %
% mortalidad	20,00	0,00	20,00	0,00	0,00
	0,00	20,00	0,00	20,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	20,00	20,00	0,00
	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	
Mediana % mortalidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 31. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Dieffenbachia costata*

Tratamiento Concentración	LI (<i>D. costata</i> 0,080 g/cc) %	LII (<i>D. costata</i> 0,040 g/cc) %	LIII (<i>D. costata</i> 0,020 g/cc) %	LIV (<i>D. costata</i> 0,010 g/cc) %	CL (Agua) %
% mortalidad	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	40,00	20,00	0,00	0,00
	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	20,00	20,00	0,00	20,00	0,00
	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	0,00	20,00	20,00
0,00	0,00	20,00	20,00	0,00	
Mediana % mortalidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 32. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Xanthosoma purpuratum*

Tratamiento Concentración	SI (<i>X. purpuratum</i> 0,110 g/cc) %	SII (<i>X. purpuratum</i> 0,055 g/cc) %	SIII (<i>X. purpuratum</i> 0,028 g/cc) %	SIV (<i>X. purpuratum</i> 0,014 g/cc) %	CS (Agua) %
% mortalidad	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	20,00	0,00	0,00
	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	20,00	20,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mediana % mortalidad	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 33. Datos del porcentaje de mortalidad de larvas *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Witheringia solanacea*

Tratamiento Concentración	TI (<i>W. solanacea</i> 0,120 g/cc) %	TII (<i>W. solanacea</i> 0,060 g/cc) %	TIII (<i>W. solanacea</i> 0,030 g/cc) %	TIV (<i>W. solanacea</i> 0,015 g/cc) %	CT (Agua) %
% mortalidad	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	20,00	20,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	20,00	20,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00
	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00
Mediana % mortalidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

2.7.4.2 Bioensayo de efecto anti alimentario

Tabla 34. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Lonchocarpus nicou*

Tratamiento Concentración	BI (<i>L. nicou</i> 0,130 g/cc) %	BII (<i>L. nicou</i> 0,065 g/cc) %	BIII (<i>L. nicou</i> 0,032 g/cc) %	BIV (<i>L. nicou</i> 0,016 g/cc) %	CB (Agua) %
% consumido	6,33	11,21	7,41	0,26	2,88
	3,57	16,51	12,81	1,02	4,88
	1,84	1,26	6,73	0,33	1,58
	2,88	15,96	10,46	0,30	6,71
	2,41	2,16	9,73	1,88	3,93
	0,56	20,45	8,13	2,16	9,10
	5,44	10,36	3,34	0,56	2,49
	0,40	19,88	10,32	0,21	6,61
	3,17	16,48	7,08	4,49	19,89
3,01	13,98	0,00	0,18	17,20	
Promedio % consumido	2,96	12,83	7,60	1,14	7,53

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 35. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Clibadium sp.*

Tratamiento Concentración	KI (<i>Clibadium sp.</i> 0,080 g/cc) %	KII (<i>Clibadium sp.</i> 0,040 g/cc) %	KIII (<i>Clibadium sp.</i> 0,020 g/cc) %	KIV (<i>Clibadium sp.</i> 0,010 g/cc) %	CK (Agua) %
% consumido	2,12	3,15	9,77	1,10	6,49
	1,32	1,27	3,56	1,72	5,34
	4,58	0,69	0,94	7,54	17,80
	0,48	10,62	2,21	7,85	20,05
	0,71	8,87	7,54	5,06	17,96
	1,37	2,52	1,37	3,81	6,48
	0,93	1,51	4,27	3,76	1,42
	0,41	4,12	0,79	1,75	4,80
	0,48	1,46	6,35	14,43	25,31
	0,19	1,49	3,16	0,30	7,81
Promedio % consumido	1,26	3,57	4,00	4,73	11,35

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 36. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Dieffenbachia costata*

Tratamiento Concentración	LI (<i>D. costata</i> 0,080 g/cc) %	LII (<i>D. costata</i> 0,040 g/cc) %	LIII (<i>D. costata</i> 0,020 g/cc) %	LIV (<i>D. costata</i> 0,010 g/cc) %	CL (Agua) %
% consumido	1,63	6,29	7,54	18,31	12,32
	2,21	10,21	14,33	6,47	13,27
	1,49	21,83	22,14	5,30	11,20
	2,01	6,14	11,03	15,92	11,85
	2,00	9,13	25,04	15,05	12,79
	7,08	13,92	4,89	15,96	7,86
	1,87	5,03	35,06	13,10	13,25
	0,78	1,35	19,70	1,50	5,93
	0,68	9,73	12,85	16,23	19,43
	1,44	5,60	0,90	16,04	24,03
Promedio % consumido	2,12	8,92	15,35	12,39	13,19

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 37. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Xanthosoma purpuratum*

Tratamiento Concentración	SI (<i>X. purpuratum</i> 0,110 g/cc) %	SII (<i>X. purpuratum</i> 0,055 g/cc) %	SIII (<i>X. purpuratum</i> 0,028 g/cc) %	SIV (<i>X. purpuratum</i> 0,014 g/cc) %	CS (Agua) %
% consumido	2,36	0,90	4,48	7,03	10,00
	5,90	5,74	4,45	2,51	9,19
	1,17	0,17	1,98	4,18	12,12
	0,44	5,52	4,95	16,22	26,81
	3,64	4,32	4,32	8,01	18,23
	0,18	3,88	2,24	0,50	2,17
	1,65	5,71	6,09	7,96	13,49
	0,38	3,20	4,03	1,18	5,84
	3,65	13,34	7,89	2,95	7,63
	4,42	14,52	6,26	15,15	11,80
Promedio % consumido	2,38	5,73	4,67	6,57	11,73

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 38. Datos del porcentaje consumido de hoja por larvas *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Witheringia solanacea*

Tratamiento Concentración	TI (<i>W. solanacea</i> 0,120 g/cc) %	TII (<i>W. solanacea</i> 0,060 g/cc) %	TIII (<i>W. solanacea</i> 0,030 g/cc) %	TIV (<i>W. solanacea</i> 0,015 g/cc) %	CT (Agua) %
% consumido	1,00	0,91	3,17	4,70	0,79
	1,33	9,35	3,40	1,48	6,07
	0,71	5,09	5,24	7,70	1,75
	1,84	1,98	3,83	9,92	3,12
	1,20	9,26	2,99	1,57	13,61
	0,02	2,54	1,87	2,31	14,25
	0,29	4,11	8,42	7,67	1,74
	1,15	1,62	1,30	6,43	1,53
	1,74	10,42	2,44	3,13	6,16
	4,27	7,26	4,88	4,01	6,55
Promedio % consumido	1,36	5,25	3,75	4,89	5,56

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

2.7.4.3 Bioensayo de efecto ovipositor

Tabla 39. Datos del porcentaje de oviposición por adultos *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Lonchocarpus nicou*

Tratamiento Concentración	BI (<i>L. nicou</i> 0,130 g/cc) %	BII (<i>L. nicou</i> 0,065 g/cc) %	BIII (<i>L. nicou</i> 0,032 g/cc) %	BIV (<i>L. nicou</i> 0,016 g/cc) %
% oviposición	6,78	12,95	8,00	59,21
	0,00	10,26	2,27	15,08
	0,00	4,89	1,82	15,16
	0,00	0,00	1,33	28,81
	0,00	0,00	0,60	2,40
	0,00	4,86	37,84	8,51
	0,00	4,00	9,89	20,20
	8,62	0,00	1,09	19,70
	7,69	0,00	5,41	8,51
	13,33	4,35	12,50	12,50
Promedio % oviposición	3,64	4,13	8,07	19,01

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 40. Datos del porcentaje de oviposición por adultos *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Clibadium sp.*

Tratamiento Concentración	KI (<i>Clibadium sp.</i> 0,080 g/cc) %	KII (<i>Clibadium sp.</i> 0,040 g/cc) %	KIII (<i>Clibadium sp.</i> 0,020 g/cc) %	KIV (<i>Clibadium sp.</i> 0,010 g/cc) %
% oviposición	56,25	13,33	7,69	0,00
	7,89	8,33	10,38	15,79
	4,17	3,45	2,78	3,64
	17,74	2,41	0,00	0,00
	4,55	18,52	26,67	22,09
	57,89	13,51	6,06	5,88
	60,00	6,98	5,00	4,76
	12,77	26,67	8,33	0,00
	100,00	23,08	11,11	21,28
	0,00	13,33	26,19	12,50
Promedio % oviposición	32,13	12,96	10,42	8,59

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 41. Datos del porcentaje de oviposición por adultos *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Dieffenbachia costata*

Tratamiento Concentración	LI (<i>D. costata</i> 0,080 g/cc) %	LII (<i>D. costata</i> 0,040 g/cc) %	LIII (<i>D. costata</i> 0,020 g/cc) %	LIV (<i>D. costata</i> 0,010 g/cc) %
% oviposición	26,67	5,26	0,00	15,69
	5,13	0,00	33,33	11,11
	13,55	0,00	7,79	25,42
	22,83	0,00	26,67	18,82
	3,70	2,78	6,35	24,32
	75,00	6,90	5,56	42,42
	31,79	0,00	3,85	5,26
	1,92	3,57	17,14	52,17
	34,98	4,55	14,29	25,00
	11,45	0,00	7,41	18,18
Promedio % oviposición	22,70	2,31	12,24	23,84

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 42. Datos del porcentaje de oviposición por adultos *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Xanthosoma purpuratum*

Tratamiento Concentración	SI (<i>X. purpuratum</i> 0,110 g/cc) %	SII (<i>X. purpuratum</i> 0,055 g/cc) %	SIII (<i>X. purpuratum</i> 0,028 g/cc) %	SIV (<i>X. purpuratum</i> 0,014 g/cc) %
% oviposición	4,71	5,00	22,50	86,67
	0,91	21,95	6,98	45,45
	8,33	11,76	13,33	43,33
	10,11	14,71	10,00	74,19
	1,22	9,52	15,38	25,00
	0,00	5,26	12,86	76,92
	1,49	0,00	19,23	68,52
	0,88	16,25	22,45	15,00
	0,00	2,94	9,09	41,51
	0,00	6,67	10,00	63,33
Promedio % oviposición	2,77	9,41	14,18	53,99

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

Tabla 43. Datos del porcentaje de oviposición por adultos *P. xylostella* frente a la variable concentración del extracto de *Witheringia solanacea*

Tratamiento Concentración	TI (<i>W. solanacea</i> 0,120 g/cc) %	TII (<i>W. solanacea</i> 0,060 g/cc) %	TIII (<i>W. solanacea</i> 0,030 g/cc) %	TIV (<i>W. solanacea</i> 0,015 g/cc) %
% oviposición	0,00	26,76	78,13	24,44
	0,00	23,53	19,44	59,09
	4,62	0,00	0,00	37,04
	15,79	0,00	61,11	22,86
	16,67	0,00	26,92	60,71
	13,51	34,62	54,61	34,87
	3,70	13,33	39,83	25,71
	5,00	0,00	11,43	51,11
	7,69	11,84	72,41	36,17
	2,83	17,33	11,03	33,33
Promedio % oviposición	6,98	12,74	37,49	38,53

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, Lab. GEDETERRA ESPOCH, 2015

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Resultados

3.1.1 Resultados de tiempo de secado

Tabla 44. Tiempo de secado de cinco especies usadas para la elaboración de extractos botánicos

Especie (Hojas)	Humedad inicial X_i (Kg H ₂ O/Kg S)	Humedad crítica X_c (Kg H ₂ O/Kg S)	Humedad final X_f (Kg H ₂ O/Kg S)	Velocidad crítica W_c (Kg H ₂ O/m ² h)	Velocidad final W_f (Kg H ₂ O/m ² h)	Tiempo en el p. ante crítico θ_a (horas)	Tiempo en el p. pos crítico θ_p (horas)	Tiempo total de secado θ_t (horas)
<i>L. nicou</i>	2,289	0,189	0,022	0,003	0,0002	17,325	3,748	21,073
<i>Clibadium sp.</i>	2,342	0,224	0,020	0,008	0,001	13,417	2,909	16,326
<i>D. costata</i>	5,743	2,386	0,020	0,050	0,001	2,975	8,576	11,551
<i>X. purpuratum</i>	6,108	2,331	0,023	0,050	0,000 ₀₂	3,147	14,982	18,130
<i>W. solanacea</i>	6,733	1,089	0,020	0,075	0,000 ₄	2,209	2,243	4,452

Realizado por: Muñoz, Cristina. 2015

Fuente: MUÑOZ, 2015

En la Tabla 44 se observa que las hojas de *Lonchocarpus nicou* llegaron al 2,2% de humedad en 21,073 horas; *Clibadium sp.* y *Dieffenbachia costata* alcanzaron el 2% de humedad en 16,326 y 11,551 horas respectivamente; las hojas de *Xanthosoma purpuratum* demoraron 18,130 horas para disminuir al 2,3% de humedad y *Witheringia solanacea* en 4,452 horas obtuvo 2% de humedad.

3.1.2 Resultados de influencia de tamaño de poro

3.1.2.1 Bioensayo de mortalidad

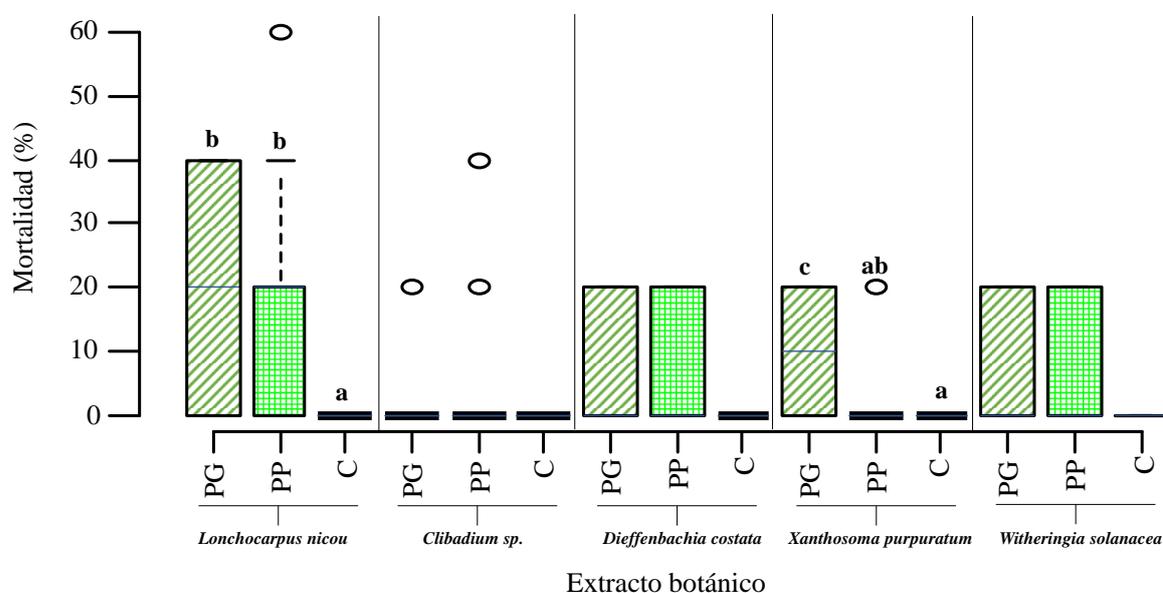


Gráfico 16. Porcentaje de mortalidad de larvas de *Plutella xylostella* debido a la influencia de tamaño de poro.

PP=Poro grande; PG=Poro pequeño; C=Control

Fuente: Realizado por: MUÑOZ, C. 2015

Los resultados de la Gráfico 16 indican que extractos de *Lonchocarpus nicou* y *Xanthosoma purpuratum* son tratamientos mortales para larvas de *Plutella xylostella*.

Cuando se usó el extracto de *Lonchocarpus nicou* filtrado con papel de poro grande y poro pequeño hubo mortalidad de *Plutella xylostella*, no se muestran diferencias significativas entre poro grande y pequeño pero estos fueron estadísticamente diferentes al control. En el caso de *Xanthosoma purpuratum* hubo mortalidad cuando el extracto se filtró con papel de poro grande y éste fue estadísticamente diferente al control y al tratamiento con poro pequeño. El análisis estadístico detallado se encuentra en el ANEXO XII.

3.1.2.2 Bioensayo de efecto anti alimentario

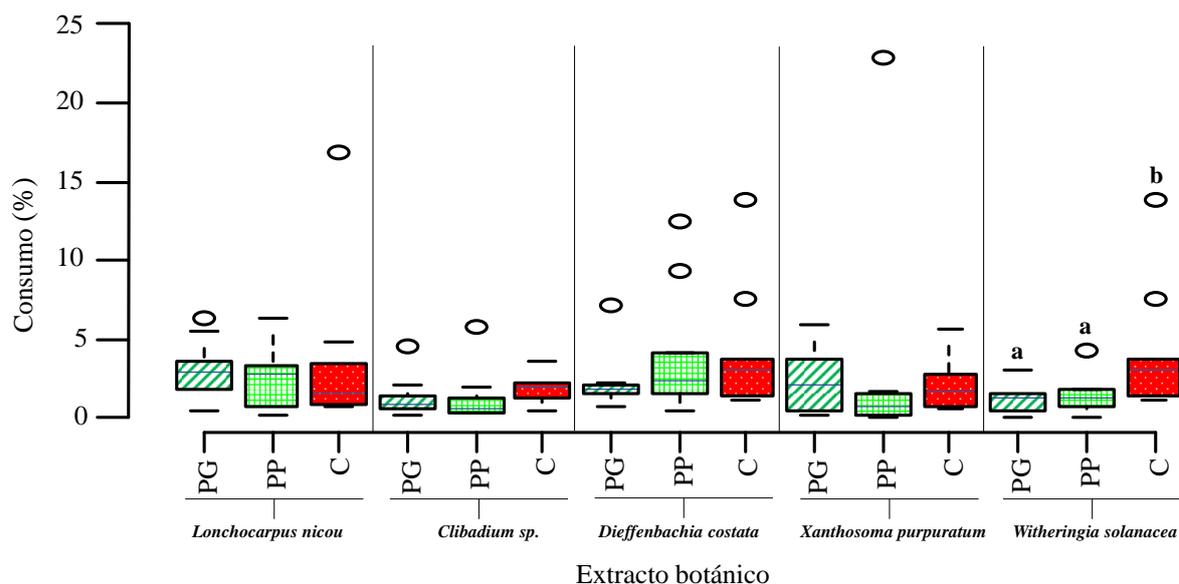


Gráfico 17. Porcentaje de consumo de brócoli por *Plutella xylostella* (efecto anti alimentario) debido a la influencia de tamaño de poro.

PP=Poro grande; PG=Poro pequeño; C=Control

Fuente: Realizado por: MUÑOZ, C. 2015

Los análisis estadísticos de bioensayos de efecto anti alimentario mostrados en la Gráfico 17 indican que sólo *Witheringia solanacea* produce efecto anti alimentario a *P. xylostella*, sin embargo de acuerdo a la prueba posterior no existe diferencia significativa para la variable tamaño de poro. El análisis estadístico detallado se encuentra en el ANEXO XIII.

3.1.2.3 Bioensayo de efecto anti oviposición

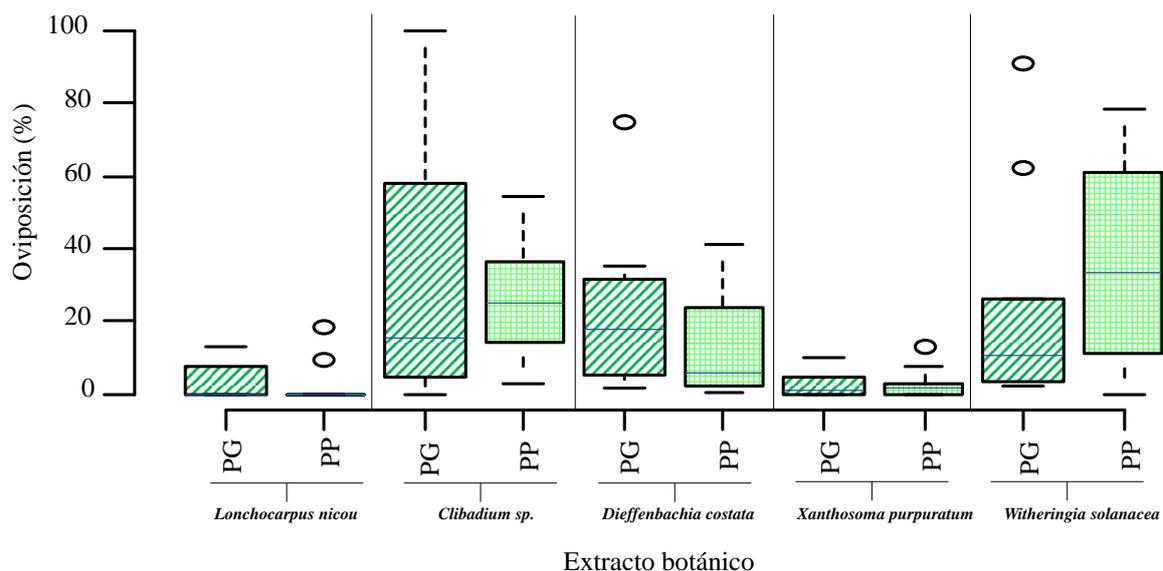


Gráfico 18. Porcentaje de oviposición de *Plutella xylostella* (efecto anti oviposición) debido a la influencia del tamaño de poro.

PP=Poro grande; PG=Poro pequeño.

Fuente: Realizado por: MUÑOZ, C. 2015

La Gráfico 18 muestra que en ninguna de los especies evaluadas existen diferencias significativas entre tratamientos lo que indica que el tamaño de partículas presentes en el extracto no fueron importantes para oviposición de *Plutella xylostella*. El análisis estadístico detallado se encuentra en el ANEXO XIV.

3.1.3 Determinación de concentraciones eficaces

3.1.3.1 Bioensayo de mortalidad

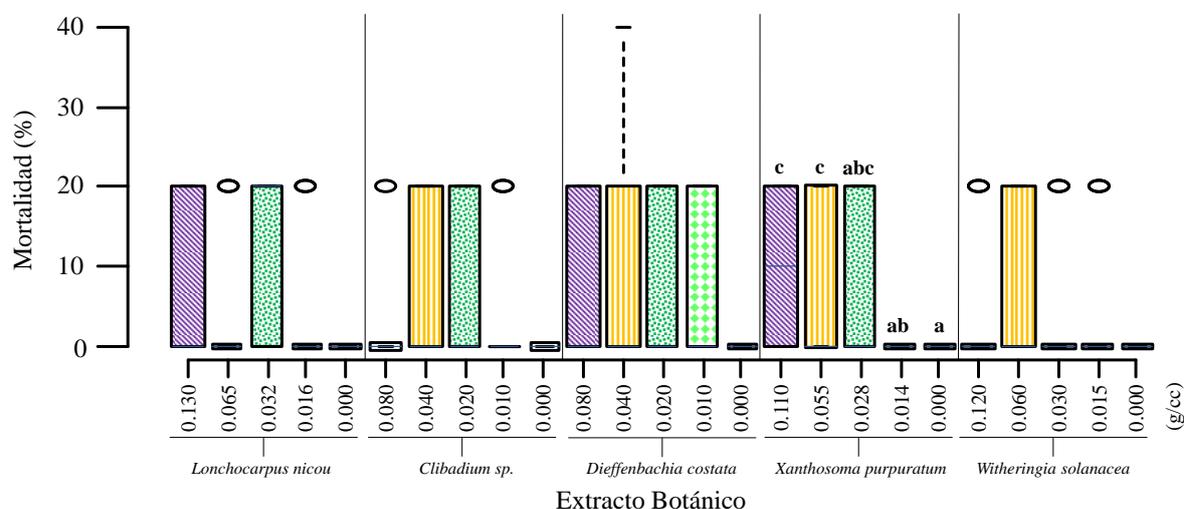


Gráfico 19. Porcentaje de mortalidad de larvas de *Plutella xylostella* debido a diferentes concentraciones de extractos botánicos.

Fuente: Realizado por: MUÑOZ, C. 2015

Según el Gráfico 19 sólo *Xanthosoma purpuratum* produce mortalidad, que de acuerdo a la prueba posterior de Tukey las concentraciones más eficaces son de 0,11 g/cc y 0,055 g/cc. El análisis estadístico detallado se encuentra en el ANEXO XV.

3.1.3.2 Bioensayo de efecto anti alimentario

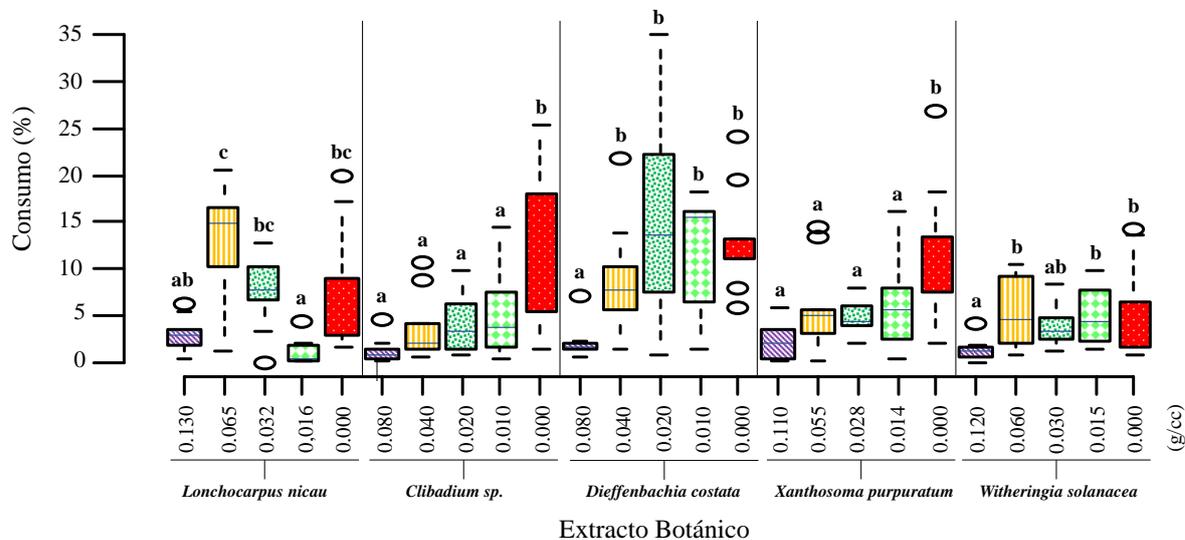


Gráfico 20. Porcentaje de consumo de brócoli por *Plutella xylostella* (efecto anti alimentario) debido a diferentes concentraciones de extractos botánicos.

Fuente: Realizado por: MUÑOZ, C. 2015

El Gráfico 20 muestra que:

- *Lonchocarpus nicou* produce efecto anti alimentario sólo en concentración de 0,016 g/cc.
- Todas las concentraciones de *Clibadium sp.*, desde 0,08 g/cc hasta 0,01 g/cc, fueron estadísticamente similares y muestran un efecto anti alimentario.
- *Dieffenbachia costata* ejerce efecto anti alimentario únicamente a la concentración de 0,08 g/cc, concentración máxima.
- Todas las concentraciones de *Xanthosoma purpuratum*, de 0,08 g/cc hasta 0,01 g/cc, son estadísticamente similares y muestran un efecto anti alimentario.
- *Witheringia solanacea* produce efecto anti alimentario únicamente a su máxima concentración (0,12g/cc)

El análisis estadístico detallado se encuentra en el ANEXO XVI.

3.1.3.3 Bioensayo de efecto anti oviposición

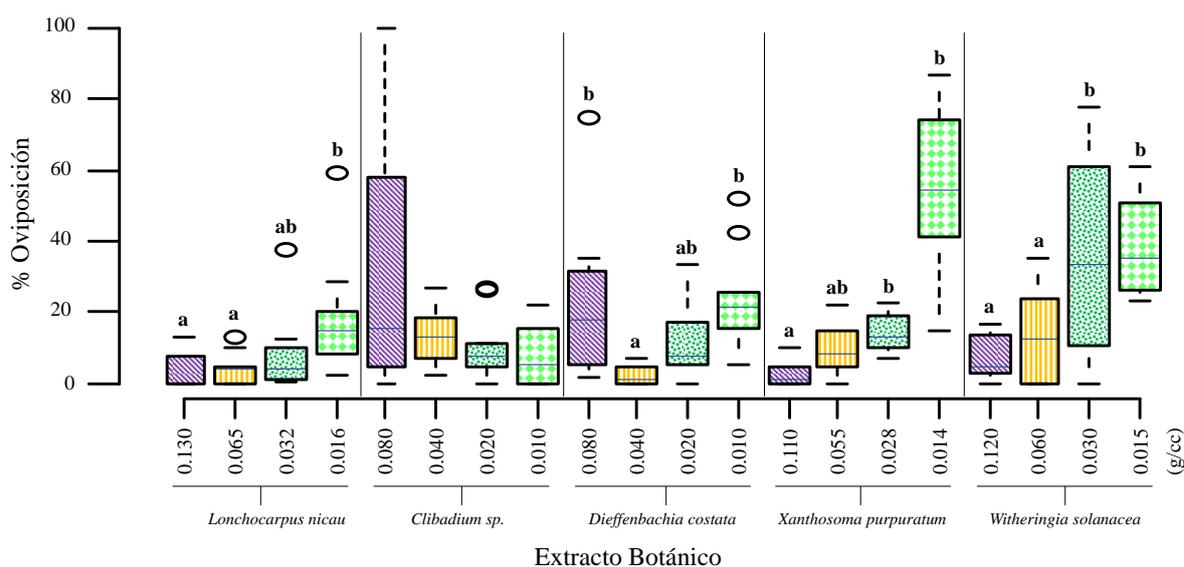


Gráfico 21. Porcentaje de oviposición de *Plutella xylostella* (efecto anti oviposición) debido a diferentes concentraciones de extractos botánicos.

Fuente: Realizado por: MUÑOZ, C. 2015

Al observar el Gráfico 21 notamos que repelieron oviposición de hembras de *P. xylostella* los tratamientos de:

- *Lonchocarpus nicou* en concentraciones de 0,13 g/cc y 0,065 g/cc, que éstos son estadísticamente diferentes a la concentración con la que se observó el mayor porcentaje de oviposición.
- *Dieffenbachia costata* en una concentración de 0,04 g/cc y que ésta es estadísticamente diferente a la concentración con la que se observó el mayor porcentaje de oviposición.
- *Xanthosoma purpuratum* en concentración de 0,11 g/cc y que ésta es estadísticamente diferente a la concentración con la que se observó el mayor porcentaje de oviposición.
- *Witheringia solanacea* en concentraciones de 0,120 g/cc y 0,060 g/cc que éstos son estadísticamente diferentes a la concentración con la que se observó el mayor porcentaje de oviposición.

El análisis estadístico detallado se encuentra en el ANEXO XVII.

3.2 Discusión

En el proceso de secado se llega a humedades finales de entre 2 y 2,5% en base seca, que permiten evitar reacciones de oxidación y crecimiento de microorganismos en las plantas (Bravo Rodríguez y Jiménez Herráez, 2011) lo que ayuda en el almacenamiento evitando el deterioro de la materia. Además se facilita a que en el proceso de molienda se obtengan partículas más pequeñas y con esto el proceso de extracción será más eficiente ya que habrá más metabolitos secundarios en el extracto por la mayor superficie de contacto con el solvente (Sharapin et al., 2000).

La diferencia de tiempos de secado en cada caso se debe principalmente al mecanismo de difusión y con éste varios factores que deben ser estudiados como el grosor de la muestra en cada especie, ya que si el espesor de la hoja es mayor el mecanismo de difusión del agua entre el interior y superficie del sólido será más lento por lo tanto el secado tomará más tiempo (Vignote y Martínez, 2005); otro factor corresponde al tamaño y longitud de los poros y la extensión en la que se encuentren ramificados pues de éstos depende si se permite o no el paso del agua en el interior de la hoja al igual que la presencia de materiales fibrosos o cavidades en el seno del sólido que corresponde al área efectiva del mismo. Estos y otros factores mencionados en Nonhebel y Moss, (2002) hacen que el proceso de secado obtenga tiempos y comportamientos diferentes en cada especie.

En las curvas de secado experimentales se observan varios puntos lejanos a curvas teóricas (aproximadas), el equipo no es estandarizado por tanto las condiciones en las diferentes secciones no serán las mismas, sin embargo es necesario verificar con un mayor número de repeticiones la razón del comportamiento o si éste es normal al mostrado en el presente estudio para cada una de las especies deshidratadas.

Es necesario mencionar que una variable muy importante de la que depende la velocidad de secado es la temperatura, a mayor temperatura mayor evaporación en la superficie de las hojas y por tanto menor tiempo de secado (De la Iglesia, 2012), sin embargo esta variable no se encontraba en estudio por lo que se realizó el secado en todas las especies a una temperatura constante de 60°C bajo criterio del método utilizado.

Se demuestra que en términos de mortalidad del extracto de *Xanthosoma purpuratum* sí existen diferencias significativas en el tamaño de poro, siendo más efectivo el extracto filtrado a 11 µm (poro grande) pues el tamaño de partícula de la alimentación de los insectos tiene incidencia en su supervivencia (Lasker y Zweifel, 1978), además se conoce que *X. purpuratum* pertenece a la familia Araceae que tiene en su estructura cristales de oxalato de calcio (Finley, 1999), estos cristales interrumpen la interacción insecto-vegetal pues las partículas ejercen una barrera física protectora para vegetales y cultivos hortícolas de ciertos lepidópteros ya que no permiten una adecuada selección de la planta hospedera por parte del insecto lo que provoca deshidratación y debilitan al mismo hasta su muerte por desecación (Díaz et al., 2002).

Lonchocarpus nicou es utilizada en la amazonía ecuatoriana para la pesca ya que provoca parálisis motora al interrumpir el funcionamiento respiratorio en las branquias de los peces (Carod-Artal, 2012), se ha demostrado que sus extractos acuosos contienen compuestos como flavonoides, alcaloides, saponinas entre otros (Torres Morocho et al., 2013) que permiten controlar plagas como *Anopheles sp.* y *Culex sp.* (Mariños et al., 2004). En este trabajo a pesar de no existir diferencia significativa en el tamaño de poro de filtración de los extractos de *L. nicou*, el bioensayo sí presenta mortalidad de *Plutella xylostella* debido al contenido de rotenona como indican Vélchez-Espejo y Sánchez (1994) en experimentos con concentraciones mayores a las de este estudio pero con resultados similares (positivos en términos de mortalidad) pues rotenona provoca que los insectos intoxicados disminuyan el consumo de oxígeno y se produzca su muerte por paro respiratorio (Silva et al., 2002).

Al igual que el tamaño de poro en la filtración de los extractos de las especies evaluadas en este trabajo no es importante para la oviposición de *P. xylostella*, Fernández y Álvarez, (1988) indican que este insecto no presenta preferencia para colocar sus huevos en el haz o envés de las hojas. Sin embargo se sabe que DBM prefiere ovipositar en el vástago que en las hojas basales de la planta (Rodrigues de Souza et al., 2010) y que lo hace en hojas de menor calidad (mayor dureza, texturas irregulares, etc.) como forma de protección de enemigos naturales (Fernandes, 2011).

En bioensayos para la determinación de concentración *Lonchocarpus nicou* no tiene mortalidad en *Plutella xylostella*, dato que contradice al bioensayo de mortalidad en la influencia de tamaño de poro. Esto puede explicarse porque los extractos en cada bioensayo provienen de colecciones diferentes en el campo y la concentración de rotenona, compuesto mortal para *P. xylostella*, en condiciones silvestres varía con el tiempo y espacio. Mendoza et al., (2007) menciona que las plantas tienen la capacidad de producir y almacenar diferentes cantidades de metabolitos secundarios y las propiedades de estos compuestos pueden variar de acuerdo al entorno ambiental del organismo productor, también Silva et al. (2002) indica que existe variación en cuanto a la concentración de los compuestos secundarios en los individuos de una población. Esto lo comprobó Marcalla (2012) al mostrar que las mismas especies tienen usos diferentes en las comunidades debido a la diferente cantidad de principios activos presentes en cada una. Por otra parte al preparar los extractos en fechas diferentes se sabe que los factores como temperatura, tiempo, velocidad de agitación y método de secado influyen significativamente en la obtención de metabolitos secundarios de las plantas (Torres Morocho et al., 2013).

Las concentraciones más eficaces en términos de mortalidad de *Xanthosoma purpuratum* van desde su concentración máxima de 0,11 g/cc hasta 0,055 g/cc, el mencionado oxalato de calcio presente en esta planta (Finley, 1999) podría ser la razón principal de su efecto mortal ya que como menciona Hernández (2002) este compuesto es utilizado como biofumigante sin embargo es casi insoluble en agua (Piola, 2013) lo que impide tener efectos insecticidas a concentraciones muy bajas.

Para evaluar la influencia de tamaño de poro los extractos fueron preparados a las máximas concentraciones propuestas en este trabajo (BI, KI, LI, SI y TI), estas concentraciones muestran resultados similares entre bioensayos de efecto alimentario tanto en la influencia del tamaño de poro como en la determinación de concentraciones eficaces, no así sus controles que en el primer bioensayo se muestran mucho menores que en el segundo (Gráfico 17 y Gráfico 20). Al comparar en el bioensayo de determinación de concentraciones se observa que todos los tratamientos tienen efecto anti alimentario, comportamiento distinto con lo descrito en el bioensayo para establecer la influencia de tamaño de poro, esto se explica porque hubo un cambio temporal en la alimentación de larvas mientras se probó la influencia de tamaño de poro, debido a desabastecimiento se sustituyeron hojas de brócoli por repollo, éste último tiene mayor densidad en su cutícula cerosa por lo que recibe menor ataque y provocó que *Plutella xylostella* cambie su digestibilidad y conducta alimenticia (Fernandes, 2011). Además existe notable diferencia en la dureza de las hojas de brócoli con las de repollo, variable que es utilizada como defensa de las plantas (Finley, 1999). Por ambas razones se aduce que *P. xylostella* se comporta diferente en los bioensayos de efecto anti alimentario de influencia de tamaño de poro con los de determinación de concentraciones eficaces.

Los extractos de *Xanthosoma purpuratum* en todas las concentraciones evaluadas tienen efecto anti alimentario. Esto se debe a que la especie contiene altas cantidades de potasio (Sefa-Dedeh y Agyir-Sackey, 2004) además que de *Xanthosoma poeppigii* se ha extraído ácido oxálico (Chávez Sandoval y Enriquez Pasache, 2013), de esta manera en el extracto acuoso probablemente se forman oxalatos de potasio que son solubles y que en caso de ser masticados producen irritación (Piola, 2013) lo que inhibe a las larvas a alimentarse incluso cuando el extracto tenga concentraciones bajas.

Dieffenbachia costata contiene oxalato de calcio que limita las cualidades gustativas en animales o promueve a evitarlas (Granados-Sánchez et al., 2008). Las moléculas de oxalato de calcio se activan por presión mecánica y son casi nada solubles en agua (Piola, 2013), razón por la que se presenta actividad anti alimentaria sólo su máxima concentración.

La concentración del extracto de *Lonchocarpus nicou* presenta dos conductas, entre la concentración baja y la media el insecto tiene un efecto estimulante alimentario, sin embargo cuando se alcanza la concentración media y sigue avanzando la conducta anti alimentario aumenta, es decir el insecto deja de alimentarse. Es posible que esto que se explique porque en el extracto hayan compuestos que estimulen la alimentación a concentraciones bajas de *L. nicou*, a concentraciones altas de esta especie el efecto alimentario probablemente queda oculto por la acción tóxica de la rotenona. Algunos posibles compuesto estimulantes de alimentación de insectos en *L. nicou* son los alcaloides encontrados en bajas cantidades (0,1 mg/100 g de extracto liofilizado) por Fuertes et al., (2014) que como describe Niemeyer (1992) podrían considerarse alomonas.

Clibadium sp. ejerce efecto anti alimentario ya que presenta compuestos que cuentan en su estructura con átomos de nitrógeno secundario, terciario y cuaternario, lo que evita la interacción planta-insecto (Vázquez-Luna et al., 2007), se conoce también que la especie contiene compuestos como polifenoles, flavonoides en pequeñas cantidades y trazas de alcaloides (Fuertes et al., 2014), los alcaloides en forma de sales son solubles en agua (Arango, 2008) y estos compuestos inhiben la actividad anti alimentaria (Mancebo et al., 2000) por tal razón hasta la menor concentración estudiada es efectiva.

Lonchocarpus nicou tiene efecto anti oviposición, este efecto se explica por la rotenona que actúa como inhibidor de enzimas y repelente (Pérez et al., 2014) sin embargo este compuesto es poco soluble en agua (Daniel, 1962) razón por la que, sólo son eficaces las dos concentraciones máximas de las cuatro evaluadas.

Esta es la primera vez que se demuestra efecto anti ovipositor de *Dieffenbachia costata*. Hegazy et al., (1992) reportó que *Dieffenbachia sp.* tiene efectos disuasorios en larvas de segundo y cuarto instar larval de *Spodoptera littoralis*, mostrando mortalidad y sugiriendo tiocianatos, taninos y alcaloides como posibles biocompuestos de actividad insecticida, esta mezcla de compuestos permite que se inhiban funciones de unos con otros y explica la concentración media a la que el extracto produce el efecto anti ovipositor pues por un lado los taninos son compuestos estimulantes de oviposición pero los tiocianatos son sustancias repelentes y con capacidad nematocida (Bellés, 1988).

Por otro lado, el porcentaje de oviposición en el extracto de *Clibadium sp.* y en el de *Dieffenbachia costata* a su máxima concentración es mayor que en cualquier otra incluso que en el control. Anteriormente se mencionó alcaloides presentes en ambas especies y éstos pueden funcionar como alomonas (Niemeyer, 1992) siendo responsables de este comportamiento.

En la determinación de concentraciones más eficaces *Witheringia solanacea* tiene propiedades anti alimentarias y anti oviposición. Aún no se conoce con exactitud sus componentes pero es utilizado como antiparasitario (Chinchilla-Carmona et al., 2014). Jacobo-Herrera et al., (2006) aislaron fisalinas B, F y D de extractos de *Witheringia solanacea* como compuestos inhibidores del NF-kappa B (conjunto complejo que permite el correcto funcionamiento del sistema inmune en animales) y se conoce que la solubilidad de la fisalina D es proporcional a la temperatura (Zheng et al., 2010) por lo que en el presente estudio provoca que este extracto sea efectivo sólo a concentraciones altas pues la extracción se realizó a temperatura ambiente (21°C promedio), habría que probarse esta extracción a temperaturas mayores.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El tiempo de secado a 60°C para alcanzar entre 2 y 2,5% de humedad en base seca, humedad suficiente para evitar problemas de manejo en el proceso de molienda y/o almacenamiento de las plantas es: 21,073 horas para *Lonchocarpus nicou*; 6,326 horas para *Clibadium sp.*; 11,551 horas para *Dieffenbachia costata*; 18,130 horas para *Xanthosoma purpuratum* y 4,452 horas para *Witheringia solanacea*.
- *Xanthosoma purpuratum* recibe influencia del tamaño de poro en términos de mortalidad, siendo más efectivo el extracto filtrado a 11 µm.
- El tamaño de poro al que son filtrados los extractos de las especies estudiadas no es importante en el efecto ovipositor ni anti alimentario de *Plutella xylostella*.
- Los extractos de *Lonchocarpus nicou* a 0,13 g/cc y de *Xanthosoma purpuratum* 0,11 y 0,055 g/cc son los únicos mortales para larvas de *Plutella xylostella*.
- La concentración eficaz del extracto de *Lonchocarpus nicou* para efecto anti alimentario es de 0,016 g/cc (4 veces menor la concentración máxima evaluada).
- Todas las concentraciones evaluadas tanto de *Clibadium sp.* (de 0,08 g/cc a 0,01 g/cc) como de *Xanthosoma purpuratum* (de 0,12 g/cc a 0,015 g/cc) son eficaces para propósito anti alimentario.
- *Dieffenbachia costata* y *Witheringia solanacea* ejercen efecto anti alimentario sólo a las máximas concentraciones estudiadas, 0,08 g/cc y 0,12 g/cc respectivamente.
- Las concentraciones eficaces para efecto anti oviposición de DBM en brócoli con el extracto de *L. nicou* son de 0,13 g/cc y 0,065 g/cc; de *Dieffenbachia costata* es 0,04 g/cc; de *Xanthosoma purpuratum* 0,11 g/cc y de *Witheringia solanacea* 0,12 y 0,06 g/cc
- El extracto de *Clibadium sp.* no ejerce efecto anti ovipositor.

4.2 Recomendaciones

- Probar influencia de la temperatura en el proceso de secado.
- Caracterizar el material de las especies estudiadas.
- Ensayar efecto anti alimentario de extractos de *Clibadium sp.* y *Xanthosoma purpuratum* con concentraciones menores a 0,01 g/cc y 0,007 g/cc respectivamente.
- Realizar microscopía electrónica para comprobar la presencia de oxalato de calcio en extractos acuosos de *Xanthosoma purpuratum* 0,110 g/cc y *Dieffenbachia costata* 0,08 g/cc
- Estudiar los compuestos bioactivos en los extractos de las plantas utilizadas en este trabajo.
- Estudiar los posibles compuestos estimulantes de *Plutella xylostella* a bajas concentraciones del extracto de *Lonchocarpus nicou*.
- Probar la influencia de la temperatura de extracción de *Witheringia solanacea*.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARANGO, G. *Alcaloides y Compuestos Nitrogenados*. Medellín-Colombia. Universidad de Antioquía-Facultad de Química Farmacéutica. 2008. pp. 7-10.
2. BELLÉS, X. *Insecticidas Biorracionales: Colección Nuevas Tendencias*. 9ª. ed. Madrid-España. Consejo Superior de Investigaciones Científicas Raycar S.A. 1988. pp. 81-83, 405.
3. BRAVO, M., JIMÉNEZ, G. *Estimación del período de conservación de plantas medicinales en fundas de papel a través de la cuantificación de compuestos fenólicos*. (TESIS). (Pregrado) Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Químicas. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Cuenca-Ecuador. 2011. pp. 33-34.
4. CAROD-ARTAL, F. “Curares y timbós, venenos del Amazonas”. *Revista de Neurología*, vol. 55, (2012), (España) pp. 689–98.
5. CERDA, H., LEDEZMA-CARRIZALEZ, A., ANDINO, M., CHIURATO, M.A., CARPIO, C. “Insecticidal activity of twelve common Amazon Ecuadorian plants against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): Laboratory results”. *Proceedings of the Seventh International Workshop on Management of the Diamondback Moth and Other Crucifer Insect Pest*, (2015). Aceptado para publicación.
6. CHÁVEZ, G., HURTADO, R. *El manejo integrado de *Plutella xylostella* en brócoli, coliflor y repollo con combinaciones selectas de microtúneles, nematodo entomopatógeno, refugios, y el insecticida Rynaxypyr en Zamorano, Honduras*. (TESIS). (Pregrado) Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Francisco Morazán-Honduras. 2010. pp. 1-3.
7. CHÁVEZ, J., ENRIQUEZ, N. *Aislamiento y determinación del ácido oxálico de *Xanthosoma poeppigii* (patiquina) mediante métodos fisicoquímicos y espectrométricos*. (TESIS). (Pregrado) Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Iquitos-Perú. 2013. pp. 60-66.
8. CHINCHILLA-CARMONA, M., VALERIO-CAMPOS, I., SÁNCHEZ-PORRAS, R., BAGNARELLO-MADRIGAL, V., MARTÍNEZ-ESQUIVEL, L., GONZÁLEZ-PANIAGUA, A., ALPIZAR-CORDERO, J., CORDERO-VILLALOBOS, M., RODRÍGUEZ-CHAVES, D. “Anti-leishmanial activity in plants from a Biological Reserve of Costa Rica”. *Revista de Biología Tropical*, vol. 62, N°3 (1999), (Costa Rica) pp. 1229–1240.

9. COELLO BONILLA, G. *Evaluación de cuatro productos orgánicos en el combate de plagas y enfermedades para la producción de brócoli (Brassica oleracea Vr. Itálica) en Yaruquí*. (TESIS). (Pregrado) Escuela Politécnica del Ejército. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Sangolquí-Ecuador. 2005. pp. 5-15.
10. COLINA, M. *Filtración* [blog] <http://docplayer.es/11237621-Filtracion-m-c-ma-luisa-colina-irezabal.html> [Consulta: 2015-09-06]
11. DANIEL, H. “Drogas de sustancias tánicas” *Revista de la Universidad Pontificia Bolivariana.*, vol. 25, (1962), (Venezuela) pp. 213–224
12. DE LA IGLESIA, J. *Operaciones y procesos*. [blog] <http://ocw.unican.es/enseñanzas-tecnicas/operaciones-y-procesos> [Consulta: 2015-09-14]
13. DE LA TORRE, L., NAVARRETE, H., MURIEL, M., MACÍA, M., BALSLEV, H. *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador*. Quito-Ecuador: PUB-QCA-PUCE. 2008. pp. 98-99
14. DÍAZ, B., GARZO, E., DUQUE, M., GONZÁLEZ, P., FERRERES, A. “Partículas de caolín: efecto sobre mortalidad y desarrollo de *Trichoplusia ni* Hubner”. *Boletín de sanidad vegetal: Plagas*, vol. 28, n°2 (2002), (España) pp. 177-184.
15. ESPINOZA, J. *Aplicación de un proceso de secado asistido infrarrojo para la deshidratación del fruto de murtila (Ungi molinae Turcz.)*. (TESIS). (Pregrado) Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Santiago-Chile. 2011. pp. 3-5.
16. FERNANDES, L. *Preferência e performance de Plutella xylostella em relação às características bromatológicas e idade foliar de brassicáceas*. (TESIS). (Doctoral) Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-Graduação em Bioquímica Agrícola. Minas Gerais-Brasil. 2011. pp. 42-48.
17. FERNÁNDEZ, S., ALVAREZ, C. “Biología de *Plutella Xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) Polilla del Repollo (*Brassica Oleraceae* L.)”. *Agronomía Tropical*, vol. 38, n°4 (2015), (Colombia) pp. 17–28.
18. FINLEY, D. “Patterns of calcium oxalate crystals in young tropical leaves: A possible role as an anti-herbivory defense”. *Revista de Biología Tropical*, vol. 47, n°1 (1999), (United States of America) pp. 27–31.
19. FUERTES, C., JURADO, B., GORDILLO, G., NEGRÓN, L., NÚÑEZ, E., ESTEBAN, M., TÁVARA, A. “Estudio integral de plantas Biocidas del algodónero” *Revista de Investigación UNMSM*, vol. 13, n° 1 (2014), (Perú) pp. 34–41.
20. GEANKOPLIS, C. *Procesos de transporte y Operaciones Unitarias*, 3a. ed. DF-México. CECSA. 1998. pp. 579-584.

21. GONZÁLEZ, J., PAUCAR, E. *Diseño y construcción de un secador por fluidización para la deshidratación de trigo (Triticum vulgare)*. (TESIS). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ingeniería Química. Riobamba-Ecuador. 2009. pp. 35-37.
22. GRANADOS, C. *Alternativas biorracionales para el control de paratíroza *Bactericera cockerelli* Sulzer (HEMIPTERA:PSYLLIDAE) en laboratorio*. (TESIS). (Maestría) Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo integral regional. Santa Cruz-México. 2010. pp. 34-35.
23. GRUBER, A. “Biología y ecología del árbol de NIM (*Azadirachta indica* A. Juss.) extracción, medición, toxicidad y potencial de crear resistencia”. *CEIBA*, vol. 33, n°1 (1992), (Honduras) pp. 249-256.
24. HEGAZY, G., ANTONIOUS, A., EL-SHAARAWY, M., YOUSSEF, L. “Reaction of feeding the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) on certain plant leaves. Latent effect of larval feeding. Meded”. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit*, vol. 57, n°3^a (1992), (United States of America) pp. 697–705.
25. HERNÁNDEZ, R. *Efecto biofumigante de diversas fuentes de materia orgánica en el cultivo de brócoli (*brassica oleracea* var. *Itálica*)*. (TESIS). (Pregrado) Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Chimaltenango-Guatemala. 2002. pp. 55-56.
26. IANNACONE, J., LAMAS, G. “Efecto de dos extractos botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperla externa*”. *Manejo Integrado Plagas Agroecología*, vol. 65, (2002), (Costa Rica) pp. 92–101.
27. JACOBO-HERRERA, N., BREMNER, P., MARQUEZ, N., GUPTA, M., GIBBONS, S., MUÑOZ, E., HEINRICH, M. “Physalins from *Witheringia solanacea* as Modulators of the NF- κ B Cascade”. *Journal of Natural Products*, vol. 69, (2006), (United States of America) pp. 328-331.
28. LASKER, R. ZWEIFEL, J. “Growth and Survival of First-Feeding Northern Anchovy Larvae (*Engraulis mordax*) in Patches Containing Different Proportions of Large and Small Prey”. *Spatial Pattern in Plankton Communities*, vol. 3, (1978), (Estados Unidos de Norteamérica) pp. 329-354.
29. LE GALL, J. “El brócoli en Ecuador: la fiebre del oro verde: Cultivos no tradicionales, estrategias campesinas y globalización”. *Anuario Americanista Europeo*, vol. 1, (2009), (Francia) pp. 261-288.
30. LIZARAZO, K., MENDOZA, C., CARRERO, R. “Efecto de extractos vegetales de *Polygonum hydropiperoides*, *Solanum nigrum* y *Calliandra pittieri* sobre el gusano

- cogollero (*Spodoptera frugiperda*)". *Agronomía Colombiana*, vol. 26, n°3 (2008), (Colombia) pp. 427–434.
31. LÓPEZ, E. *Producción de Bebida Alcohólica de Alta calidad*. (TESIS). (Pregrado) Universidad de las Américas Puebla. Escuela de Ciencias. Puebla-México. 2008. pp. 1-19.
 32. MANCEBO, F., HILJE, G., MORA, G., SALAZAR, R. "Antifeedant activity of *Quassia amara* (Simaroubaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae". *Elsivier Science*, vol. 19, n°5 (2000), (Australia) pp. 301-305.
 33. MARCALLA, F. *Etobotánica de las comunidades de Puerto Bolívar, Tarapuya, Aboquëhuira y Sototsiaya de la nacionalidad Siona, provincia de Sucumbíos, Ecuador 2004-2005*. (TESIS). (Pregrado) Universidad Central del Ecuador. Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación. Escuela de Biología. Quito-Ecuador. 2012. pp. 60,70.
 34. MARIÑOS, C., CASTRO, J., NONGRADOS, D. "Efecto biocida del «barbasco» *Lonchocarpus utilis* (Smith, 1930) como regulador de larvas de mosquitos". *Revista Peruana de Biología*, vol. 11, (2004), (Perú) pp. 87–94.
 35. MENDOZA, C., MORENO, M., ELANGO, F. "Evaluación del efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento in vitro de *Phytophthora palmivora* y *Colletotrichum gloeosporioides*." *Tierra Tropical*, vol. 3, (2007), (Costa Rica) pp. 119–126.
 36. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA (MAGAP). *Brócoli*. [blog] <http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/BoletinesCultivos/Brocoli.pdf> [Consulta: 2015-09-04]
 37. MIRANDA, F. "Control biológico de *Plutella xylostella* L. en fincas semiorgánicas comparadas con sistemas convencionales de producción en el cultivo de repollo en Estelí. Nicaragua" *Journal de Fitosanidad*, vol. 1, n°1 (2007), (Nicaragua) pp. 50-56.
 38. MORALES, S. *Interacción intraespecífica de aislamientos del hongo *Zoophthora radicans* en larvas de *Plutella xylostella**. (TESIS). (Doctoral) Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Postgrado de Fitosanidad, Entomología y Acarología. Montecillo-México. 2012. pp. 22.
 39. MUJUMDAR, A. *Handbook of Industrial Drying*. 3rd ed. New York-USA. Taylor & Francis Group. 2006. pp. 605-607.
 40. NIEMEYER, H.M. "Aspectos ecológicos y moleculares de la interacción entre áfidos y sus plantas hospederas." *Revista Chilena de Historia Natural*, vol. 65, (1992), (Chile) pp. 103–114.
 41. NONHEBEL, G., MOSS, A. *El secado de sólidos en la industria química*. Barcelona-España. REVERTÉ S.A, 2002. pp. 2-6.

42. OCON, J., TOJO, G. *Problemas de Ingeniería Química: Operaciones básicas*. Vol. 2. Madrid-España. Agilar. 1980. pp. 240-255
43. ORELLANA, H., SOLÓRZANO, H., BONILLA, A., SALAZAR, G., G. FALCONÍ-BORJA, VELASTEGUÍ, R. “Manejo orgánico ecológico del cultivo de brócoli”. *Vademécum Agrícola*, vol. 1, n°1 (2008), (Ecuador) pp. 1-8.
44. PAEZ CEVALLOS, F. *Efecto del manejo: orgánico, convencional y mixto sobre la productividad del brócoli (Brassica oleracea L.) variedad domador, en la Parroquia Eloy Alfaro Provincia de Cotopaxi*. (TESIS). (Pregrado) Universidad de las Fuerzas Armadas. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Santo Domingo de los Tsáchilas-Ecuador. 2015. pp. 10-19.
45. PARDO, J. *Patentabilidad de los extractos vegetales*. [blog] http://www.ub.edu/centredepateints/pdf/doc_dilluns_CP/pardo_patentesextractosplantas.pdf [Consulta: 2016-01-15]
46. PÉREZ, M., RUIZ, D.M., SCHNEIDER, M., AUTINO, J., ROMANELLI, G. “La química verde como fuente de nuevos compuestos para el control de plagas agrícolas”. *Ciencia en Desarrollo*, vol. 4, n°2 (2013), (Argentina) pp. 83-91
47. PINO, V. *Efecto de Extractos Vegetales en la reducción poblacional de Meloidogyne ssp., Rotylenchulus reniformis y Pratylenchus spp., en tomate (Lycopersicon esculentum Mill)*. (TESIS). (Pregrado) Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Babahoyo-Ecuador. 2010. pp. 18-20.
48. PIOLA, J. *Plantas que contienen oxalatos* [blog]. <http://www.sertox.com.ar/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=880> [Consulta: 2016-01-20]
49. QUEVEDO, O., CROZZOLI, R., PERICHI, G. “Uso de extractos acuosos y etanolicos de plantas para el control de *Meloidogyne enterolobii* (Nematoda: Tylenchida)”. *Fitopatología Venezuela*, vol. 23, n°2 (2010), (Venezuela) pp. 45–53.
50. RAMÍREZ, D. *Tamaño de partícula y rendimiento del tamiz*. [blog] <http://es.scribd.com/doc/145979516/1-2-TAMANO-DE-PART-Y-RENDIMIENTO-DEL-TAMIZ#scribd> [Consulta: 2016-01-16]
51. RANGEL, D., GARCIA, I., VELASCO, J., BUITRAGO, D., VELAZCO, E. “Actividad antimicrobiana de los extractos etanólico, acetónico y acuoso de *Baccharis nitida* (Ruiz et Pavon)”. *Revista de la Facultad de Farmacia*, vol. 42, n°1 (2001), (Venezuela) pp. 43–46.

52. RODRIGUES DE SOUZA, J., BOIÇA, A., CHAGAS, N. “Não-Preferência para Oviposição de Traça-Das-Crucíferas Em Genótipos De Couve-Flor”. *Revista Caatinga*, vol. 23, n°1 (2010), (Brasil) pp. 21-27.
53. ROSA, M., ARAYA, J., GUERRERO, M., LAMBOROT, L. “Niveles de resistencia de *Plutella xylostella* (L.) a tres insecticidas en varias localidades de la zona central de Chile”. *Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas*, vol. 23, n°4 (1997), (Chile) pp. 571–581.
54. SÁNCHEZ, M., ROMERO, R. “Manejo de las principales plagas del repollo, brócoli y coliflor”. *Divulgativo CENIAP*, vol. 5, n°3 (2005), (Venezuela) p. 5.
55. SECRETARÍA NACIONAL DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO (SENPLADES). Plan Nacional Buen Vivir 2013-2017. Quito-Ecuador: SENPLADES, 2013. pp. 22-242.
56. SHAPIRIN, N., MACHADO, L., SOUZA, E., ROCHA, E., VALVERDE, E., LOPES, J. *Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos*. Santafé de Bogotá-Colombia. Convenio Andrés Bello. 2000. pp. 57-58
57. SILVA, G., LAGUNES, A., RODRÍGUEZ, C., RODRÍGUEZ, D. “Insecticidas vegetales: una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas.” *Manejo Integrado Plagas Agroecológicas*, vol. 1, (2002), (Costa Rica) pp. 4–12.
58. SOTO-DOMÍNGUEZ, A., GARCÍA-GARZA, R., RAMÍREZ-CASAS, Y., MORÁN-MARTÍNEZ, J., SERRANO-GALLARDO, L. “El extracto acuoso de orégano (*Lippia graveolens* HBK) del norte de México tiene actividad antioxidante sin mostrar un efecto toxico in vitro e in vivo”. *International Journal of Morphology*, vol. 30, n°3 (2012), (Chile) pp. 937–944.
59. SUÁREZ, S., ORÉ, R., ARNAO, I., ROJAS, L., TRABUCCO, J. “Extracto acuoso de *Lepidium meyenii* Walp (maca) y su papel como adaptógeno, en un modelo animal de resistencia física” *Anales de la Facultad de Medicina*, vol. 70, n°3 (2009), (Perú) pp. 181–185.
60. TABASHNIK, B., FINSON, N., GROETERS, F., MOAR, W., JOHNSON, M., LUO, K., ADANG, M. “Reversal of resistance to *Bacillus thuringiensis* in *Plutella xylostella*”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 91, n°10 (1994), (United States of America) pp. 4120-4124.
61. TORRES MOROCHO, D., OREA IGARZA, U., BRITO VALLINA, M., CORDERO MACHADO, E. “Estudio de la extracción del follaje de Barbasco (*Lonchocarpus nicou*) como fuente biocida (en condiciones de la Amazonía en Ecuador)”. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 22, n°4 (2013), (Ecuador) pp. 41–49.
62. VALLEJO, Z. *Evaluación de siete variedades de brócoli (Brassica oleracea var. itálica) en dos localidades de Pichincha*. (TESIS). (Pregrado) Universidad Central del Ecuador.

Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito-Ecuador. 2013. pp. 20-25.

63. VÁZQUEZ-LUNA, A., PÉREZ-FLORES, L., DÍAZ-SOBAC, R. “Biomolecules with insecticidal activity: an alternative to improve the food safety.” *Food Science and Technology*, vol. 5, (2007), (Brasil) pp. 306–313.
64. VIGNOTE, S., MARTÍNEZ, I. *Tecnología de la madera*. 3a ed. Madrid-España. Ediciones Mundi-Prensa. 2006. pp. 318-320
65. VÍLCHEZ-ESPEJO, J., SÁNCHEZ, G. “Uso de rotenona (*Lonchocarpus nicou*) para controlar plagas de la col en Lima.” *Revista Peruana de Entomología*, vol. 36, n°1 (1994), (Perú) pp. 65–68.
66. WILLY, F., ESCOBAR, C. *Descripción hidráulica de la batería de filtros de Planta N°1 de la Atarjea*. (TESIS). (Pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Físicas. E.A.P. de Ingeniería Mecánica de Fluidos. Lima-Perú. 2002. pp. 25-35.
67. YI, D., CUI, S., YANG, L., FANG, Z., LIU, Y., ZHUANG, M., ZHANG, Y. “Influences of Cry1Ac Broccoli on Larval Survival and Oviposition of Diamondback Moth”. *Journal of Insect Science*, vol. 15, n°1 (2015), (United States of America) pp. 2-5.
68. ZHENG, Y., LIU, X., LUAN, L., WANG, L., WU, Y. “Solubility of Physalin D in Ethanol, Methanol, Propanone, Trichloromethane, Ethyl Ethanoate, and Water at Temperatures from (283.2 to 313.2) K.” *Journal of Chemical Engineering Data*, vol. 55, n°9 (2010), (United States of America) pp. 3690–3692.

ANEXOS

ANEXO I

Secado de hojas de *Lonchocarpus nicou*



a)



b)



c)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química Cristina Alejandra Muñoz Shugulí	PROCESO DE OBTECIÓN DE INSECTICIDAS BOTÁNICOS		
a) Hoja de <i>L. nicou</i> (Barbasco) b) Hojas al inicio del proceso de secado c) Hojas al final del proceso de secado	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Información		Escala	Fecha	Lámina
			A4	10-01-2016	1

ANEXO II
Secado de hojas de *Clibadium sp.*



a)



b)



c)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química Cristina Alejandra Muñoz Shugulí	PROCESO DE OBTECIÓN DE INSECTICIDAS BOTÁNICOS		
a) Hoja de <i>Clibadium sp.</i> (Kakllambi) b) Hojas al inicio del proceso de secado c) Hojas al final del proceso de secado	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Información		Escala	Fecha	Lámina
			A4	10-01-2016	2

ANEXO III

Secado de hojas de *Dieffenbachia costata*



a)



b)



c)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química Cristina Alejandra Muñoz Shugulí	PROCESO DE OBTECIÓN DE INSECTICIDAS BOTÁNICOS		
a) Hoja de <i>D. costata</i> (Lalu) b) Hojas al inicio del proceso de secado c) Hojas al final del proceso de secado	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Información		Escala A4	Fecha 10-01-2016	Lámina 3

ANEXO IV

Secado de hojas de *Xanthosoma purpuratum*



a)



b)



c)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química Cristina Alejandra Muñoz Shugulí	PROCESO DE OBTECIÓN DE INSECTICIDAS BOTÁNICOS		
a) Hoja de <i>X. purpuratum</i> (Shungupanga) b) Hojas al inicio del proceso de secado c) Hojas al final del proceso de secado	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Información		Escala	Fecha	Lámina
			A4	10-01-2016	4

ANEXO V

Secado de hojas de *Witheringia solanacea*



a)



b)



c)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química Cristina Alejandra Muñoz Shugulí	PROCESO DE OBTECIÓN DE INSECTICIDAS BOTÁNICOS		
a) Hoja de <i>W. solanacea</i> (Tsimbio) b) Hojas al inicio del proceso de secado c) Hojas al final del proceso de secado	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Información		Escala	Fecha	Lámina
			A4	10-01-2016	5

ANEXO VI

Ejemplo de cálculos de secado (*L. nicou*)

$$X_{BS} = \frac{\text{Masa de Agua}}{\text{Masa de solido seco}}$$

$$X_{BS} = \frac{0,010}{0,005}$$

$$X_{BS} = 2,289 \frac{\text{kg sólido seco}}{\text{kg agua}}$$

a)

$$W = \frac{S}{A} \left(-\frac{dX}{d\theta} \right)$$

$$W = \frac{0,005}{0,157} \left(-\frac{1,256 - 2,078}{0,167 - 0,000} \right)$$

$$W = 0,141 \frac{\text{kg agua}}{\text{m}^2\text{h}}$$

b)

$$\theta_a = \frac{S}{A} \left(\frac{X_i - X_c}{W_c} \right)$$

$$\theta_a = \frac{0,005}{0,57} \left(\frac{2,289 - 0,189}{0,003} \right)$$

$$\theta_a = 17,325 \text{ h}$$

c)

$$\theta_p = \frac{S}{A} \left(\frac{X_c - X_f}{W_c} \right) \ln \frac{W_c}{W_f}$$

$$\theta_p = \frac{0,005}{0,157} \left(\frac{0,189 - 0,022}{0,003} \right) \ln \frac{0,003}{0,0002}$$

$$\theta_p = 3,748 \text{ h}$$

d)

$$\theta_t = \theta_a + \theta_p$$

$$\theta_t = 17,325 + 3,748$$

$$\theta_t = 21,073 \text{ h}$$

e)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	PROCESO DE OBTECIÓN DE INSECTICIDAS BOTÁNICOS		
a) Cálculo de humedad en base seca b) Cálculo de velocidad de secado c) Cálculo de tiempo en el período ante crítico d) Cálculo de tiempo en el período pos crítico e) Cálculo de tiempo total de secado	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Aprobado	Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química		
	<input type="checkbox"/> Por calificar	<input type="checkbox"/> Por aprobar			
	<input type="checkbox"/> Preliminar	<input type="checkbox"/> Información	Cristina Alejandra Muñoz Shugulí	Escala	Fecha
			A4	10-01-2016	6

ANEXO VII
Proceso de obtención de extractos



a)



b)



c)



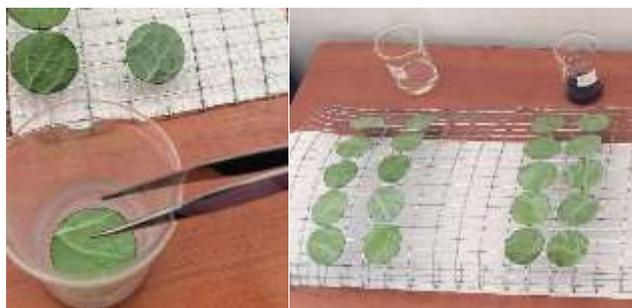
d)

NOTAS		CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química Cristina Alejandra Muñoz Shugulí	PROCESO DE OBTECIÓN DE INSECTICIDAS BOTÁNICOS		
a) Secado b) Molienda c) Extracción d) Filtración		<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Aprobado		Escala	Fecha	Lámina
		<input type="checkbox"/> Por calificar	<input type="checkbox"/> Por aprobar		A4	10-01-2016	7
		<input type="checkbox"/> Preliminar	<input type="checkbox"/> Información				

ANEXO VIII
Bioensayo de mortalidad



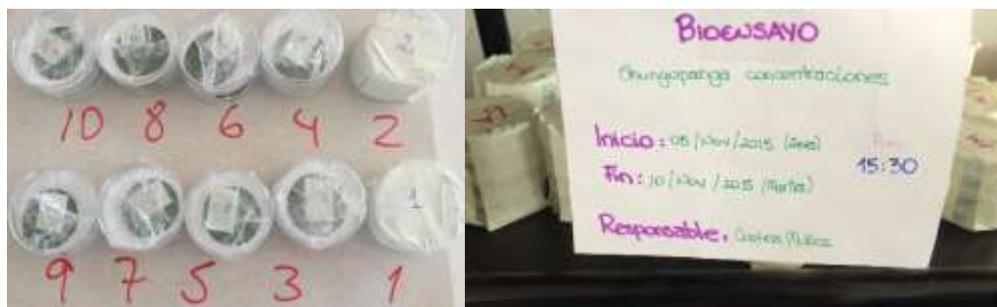
a)



b)



c)



d)



e)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química Cristina Alejandra Muñoz Shugulí	BIOENSAYOS DE INSECTICIDAS BOTÁNICOS		
a) Discos de hoja de brócoli b) Inmersión de discos en extracto y secado c) <i>Plutella xylostella</i> d) Bloques y reposo de 5 días e) Evaluación de mortalidad (larvas muertas)	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Información		Escala A4	Fecha 10-01-2016	Lámina 8

ANEXO IX
Bioensayo de efecto anti alimentario



a)



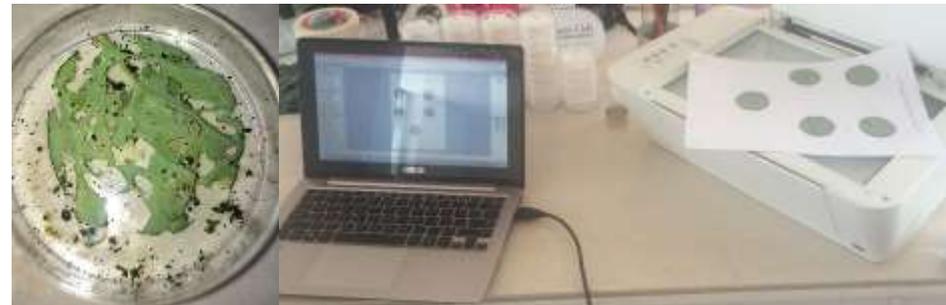
b)



c)



d)



e)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química Cristina Alejandra Muñoz Shugulí	BIOENSAYOS DE INSECTICIDAS BOTÁNICOS		
a) Escaneo de discos de hoja de brócoli b) Inmersión de discos en extracto y secado c) <i>Plutella xylostella</i> d) Bloques y reposo de 5 días e) Datos efecto anti alimentario (escaneo)	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Información		Escala A4	Fecha 10-01-2016	Lámina 9

ANEXO X
Bioensayo de efecto anti oviposición



a)



b)



c)



d)

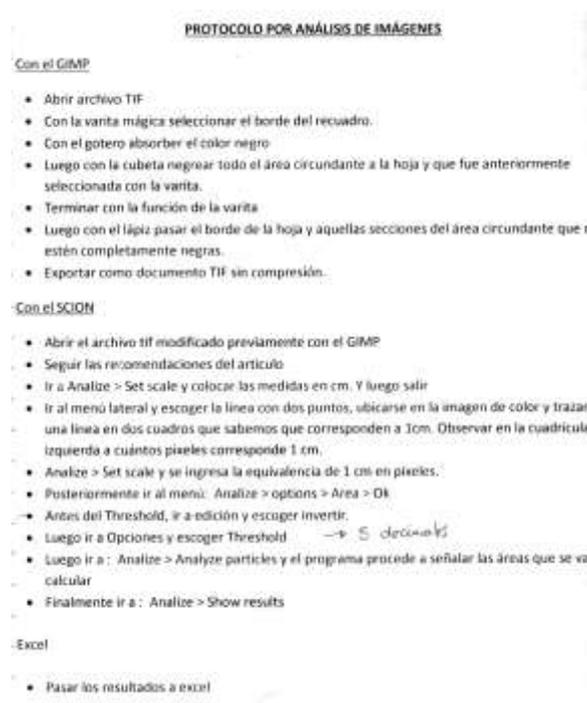


e)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química Cristina Alejandra Muñoz Shugulí	BIOENSAYOS DE INSECTICIDAS BOTÁNICOS		
a) Discos de hoja de brócoli b) Inmersión de discos en extractos y secado c) Colocación de discos en caja de cría d) Reposo de 24 horas e) Datos efecto anti oviposición (conteo huevos)	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Información		Escala A4	Fecha 10-01-2016	Lámina 10

ANEXO XI

Análisis de imágenes



a)

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	BIOENSAYOS DE INSECTICIDAS BOTÁNICOS		
a) Protocolo de análisis de imágenes para calcular áreas. Carpio C. (2015)	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Aprobado	Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química		
	<input type="checkbox"/> Por calificar	<input type="checkbox"/> Por aprobar			
	<input type="checkbox"/> Preliminar	<input type="checkbox"/> Información	Cristina Alejandra Muñoz Shugulí	Escala	Fecha
			A4	10-01-2016	11

ANEXO XII

Análisis estadísticos de bioensayos de mortalidad por la variable tamaño de poro

a) *Lonchocarpus nicou*

Prueba de Friedman

BG	BP	CP	T ²	p
2,30	2,35	1,35	6,61	0,0071

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 6,513

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
CP	13,50	1,35	10	A
BG	23,00	2,30	10	B
BP	23,50	2,35	10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

b) *Clibadium sp.*

Prueba de Friedman

CP	KG	KP	T ²	p
1,85	2,00	2,15	1,00	0,3874

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 4,457

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
CP	18,50	1,85	10	A
KG	20,00	2,00	10	A
KP	21,50	2,15	10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

c) *Dieffenbachia costata*

Prueba de Friedman

LG	LP	CP	T ²	p
2,15	2,15	1,70	2,61	0,1009

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 4,775

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
CP	17,00	1,70	10	A
LP	21,50	2,15	10	A
LG	21,50	2,15	10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

d) *Xanthosoma purpuratum*

Prueba de Friedman

SG	SP	CP	T ²	p
2,45	1,85	1,70	4,85	0,0207

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 5,356

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n		
CP	17,00	1,70	10	A	
SP	18,50	1,85	10	A	B
SG	24,50	2,45	10		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)

e) *Witheringia solanacea*

Prueba de Friedman

TG	TP	CP	T ²	p
2,15	2,15	1,70	1,59	0,2316

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 6,125

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
CP	17,00	1,70	10	A
TP	21,50	2,15	10	A
TG	21,50	2,15	10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)

ANEXO XIII

Análisis estadísticos de bioensayos de efecto anti alimentario por la variable tamaño de poro

a) *Lonchocarpus nicou*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%CONSUMIDO BLISS	30	0,19	0,00	56,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	106,29	11	9,66	0,37	0,9509
BLOQUE	98,39	9	10,93	0,42	0,9067
TRATAMIENTO	7,90	2	3,95	0,15	0,8599
Error	467,04	18	25,95		
Total	573,32	29			

b) *Clibadium sp.*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% CONSUMIDO BLISS	30	0,43	0,08	43,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	103,54	11	9,41	1,24	0,3317
BLOQUE	78,40	9	8,71	1,15	0,3828
TRATAMIENTO	25,14	2	12,57	1,65	0,2191
Error	136,81	18	7,60		
Total	240,34	29			

c) *Dieffenbachia costata*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% CONSUMIDO BLISS	30	0,42	0,06	46,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	256,38	11	23,31	1,17	0,3677
BLOQUE	216,64	9	24,07	1,21	0,3459
TRATAMIENTO	39,74	2	19,87	1,00	0,3869
Error	357,16	18	19,84		
Total	613,54	29			

d) *Xanthosoma purpuratum*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% CONSUMIDO BLISS 30		0,23	0,00	81,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	200,55	11	18,23	0,50	0,8791
BLOQUE	184,82	9	20,54	0,56	0,8095
TRATAMIENTO	15,73	2	7,87	0,22	0,8081
Error	656,53	18	36,47		
Total	857,08	29			

e) *Witheringia solanacea*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% CONSUMIDO BLISS 30		0,65	0,44	42,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	334,70	11	30,43	3,06	0,0173
BLOQUE	188,19	9	20,91	2,10	0,0861
TRATAMIENTO	146,51	2	73,25	7,36	0,0046
Error	179,18	18	9,95		
Total	513,88	29			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,60112

Error: 9,9547 gl: 18

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
TG	5,71	10	1,00	A
TP	6,09	10	1,00	A
CP	10,58	10	1,00	B

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

ANEXO XIV

Análisis estadísticos de bioensayos de efecto anti oviposición por la variable tamaño de poro

a) *Lonchocarpus nicou*

Prueba de Wilcoxon para muestras independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media(1)	Media(2)	W	p(2 colas)
TRATAMIENTO	PORCENTAJE	BG	BP	0,04	0,03	112,00	0,5141

b) *Clibadium sp.*

Prueba T para muestras Independientes

Variable: PORCENTAJE BLISS - Clasific: TRATAMIENTOS - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	KG	KP
Media	32,52	29,10
T	0,37	
p-valor	0,7182	

c) *Dieffenbachia costata*

Prueba T para muestras Independientes

Variable: PORCENTAJE BLISS - Clasific: TRATAMIENTO - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	LG	LP
Media	26,38	18,99
T	1,16	
p-valor	0,2602	

d) *Xanthosoma purpuratum*

Prueba T para muestras Independientes

Variable: PORCENTAJE BLISS - Clasific: TRATAMIENTO - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	SG	SP
Media	7,21	6,94
T	0,08	
p-valor	0,9347	

e) *Witheringia solanacea*

Prueba T para muestras Independientes

Variable: PORCENTAJE BLISS - Clasific: TRATAMIENTO - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	TG	TP
Media	25,87	35,52
T	-1,06	
p-valor	0,3038	

ANEXO XV

Análisis estadísticos de bioensayos de mortalidad por la variable concentración de extractos

a) *Lonchocarpus nicou*

Prueba de Friedman

BI	BII	BIII	BIV	CB	T ²	p
3,10	2,85	3,85	2,85	2,35	2,37	0,0704

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 10,197

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n		
CB	23,50	2,35	10	A	
BIV	28,50	2,85	10	A	B
BII	28,50	2,85	10	A	B
BI	31,00	3,10	10	A	B
BIII	38,50	3,85	10		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

b) *Clibadium sp.*

Prueba de Friedman

CK	KI	KII	KIIII	KIV	T ²	p
2,55	2,80	3,30	3,30	3,05	1,15	0,3488

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 8,717

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
CK	25,50	2,55	10	A
KI	28,00	2,80	10	A
KIV	30,50	3,05	10	A
KIIII	33,00	3,30	10	A
KII	33,00	3,30	10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

c) *Dieffenbachia costata*

Prueba de Friedman

LI	LII	LIIII	LIIIV	CL	T ²	p
3,10	3,15	3,05	3,10	2,60	0,42	0,7898

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 9,964

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
CL	26,00	2,60	10	A
LIIII	30,50	3,05	10	A
LI	31,00	3,10	10	A
LIIIV	31,00	3,10	10	A
LII	31,50	3,15	10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

d) *Xanthosoma purpuratum*

Prueba de Friedman

SI	SII	SIII	SIV	CS	T ²	p
3,65	3,40	3,15	2,40	2,40	3,04	0,0295

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 9,470

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n			
CS	24,00	2,40	10	A		
SIV	24,00	2,40	10	A	B	
SIII	31,50	3,15	10	A	B	C
SII	34,00	3,40	10			C
SI	36,50	3,65	10			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

e) *Witheringia solanacea*

Prueba de Friedman

CT	TI	TII	TIII	TIV	T ²	p
2,50	3,00	3,50	3,00	3,00	1,29	0,2938

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 8,943

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n			
CT	25,00	2,50	10	A		
TIII	30,00	3,00	10	A	B	
TIV	30,00	3,00	10	A	B	
TI	30,00	3,00	10	A	B	
TII	35,00	3,50	10			B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

ANEXO XVI

Análisis estadísticos de bioensayos de efecto anti alimentario por la variable concentración de extractos

a) *Lonchocarpus nicou*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% CONSUMIDO BLISS 50	50	0,61	0,47	41,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1609,41	13	123,80	4,31	0,0002
BLOQUE	319,65	9	35,52	1,24	0,3037
TRATAMIENTO	1289,76	4	322,44	11,24	<0,0001
Error	1032,95	36	28,69		
Total	2642,36	49			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,87719

Error: 28,6931 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
BIV	5,31	10	1,69	A		
BI	9,37	10	1,69	A	B	
CB	14,88	10	1,69		B	C
BIII	15,01	10	1,69		B	C
BII	20,01	10	1,69			C

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

b) *Clibadium sp.*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% CONSUMIDO BLISS 50	50	0,60	0,46	42,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1275,37	13	98,11	4,23	0,0003
BLOQUE	433,82	9	48,20	2,08	0,0582
TRATAMIENTO	841,55	4	210,39	9,07	<0,0001
Error	835,06	36	23,20		
Total	2110,44	49			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,18345

Error: 23,1962 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
KI	5,86	10	1,52	A	
KII	9,97	10	1,52	A	
KIII	10,77	10	1,52	A	
KIV	11,43	10	1,52	A	
CK	18,54	10	1,52		B

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

c) *Dieffenbachia costata*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% CONSUMIDO BLISS 50		0,54	0,37	34,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1546,62	13	118,97	3,20	0,0028
BLOQUE	260,89	9	28,99	0,78	0,6354
TRATAMIENTO	1285,73	4	321,43	8,65	0,0001
Error	1337,10	36	37,14		
Total	2883,73	49			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,82445

Error: 37,1417 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
LI	7,91	10	1,93	A
LII	16,63	10	1,93	B
LIV	19,89	10	1,93	B
CL	20,98	10	1,93	B
LIII	21,76	10	1,93	B

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

d) *Xanthosoma purpuratum*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% CONSUMIDO BLISS 50		0,65	0,52	32,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1251,91	13	96,30	5,12	<0,0001
BLOQUE	599,50	9	66,61	3,54	0,0031
TRATAMIENTO	652,41	4	163,10	8,67	0,0001
Error	677,54	36	18,82		
Total	1929,45	49			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,56980

Error: 18,8206 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
SI	8,04	10	1,37	A
SIII	12,26	10	1,37	A
SII	12,66	10	1,37	A
SIV	13,60	10	1,37	A
CS	19,30	10	1,37	B

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

e) *Witheringia solanacea*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% CONSUMIDO BLISS 50		0,38	0,16	40,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	435,85	13	33,53	1,72	0,0987
BLOQUE	136,63	9	15,18	0,78	0,6368
TRATAMIENTO	299,22	4	74,80	3,84	0,0107
Error	701,78	36	19,49		
Total	1137,63	49			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,66855

Error: 19,4939 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
TI	6,09	10	1,40	A	
TIII	10,84	10	1,40	A	B
TIV	12,25	10	1,40		B
TII	12,48	10	1,40		B
CT	12,49	10	1,40		B

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

ANEXO XVII

Análisis estadísticos de bioensayos de efecto anti oviposición por la variable concentración de extractos

a) *Lonchocarpus nicou*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PORCENTAJE BLISS	40	0,35	0,30	71,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1854,90	3	618,30	6,56	0,0012
TRATAMIENTO	1854,90	3	618,30	6,56	0,0012
Error	3395,05	36	94,31		
Total	5249,95	39			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,69660

Error: 94,3069 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
BI	6,97	10	3,07	A	
BII	8,89	10	3,07	A	
BIII	14,03	10	3,07	A	B
BIV	24,51	10	3,07		B

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

b) *Clibadium sp.*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PORCENTAJE BLISS	40	0,19	0,12	75,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2023,22	3	674,41	2,73	0,0580
TRATAMIENTO	2023,22	3	674,41	2,73	0,0580
Error	8889,33	36	246,93		
Total	10912,55	39			

c) *Dieffenbachia costata*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PORCENTAJE BLISS	40	0,42	0,37	55,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3054,55	3	1018,18	8,55	0,0002
TRATAMIENTO	3054,55	3	1018,18	8,55	0,0002
Error	4289,56	36	119,15		
Total	7344,11	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,14749

Error: 119,1543 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
LII	6,13	10	3,45	A	
LIII	18,46	10	3,45	A	B
LI	26,38	10	3,45		B
LIV	28,37	10	3,45		B

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

d) Xanthosoma purpuratum

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PORCENTAJE BLISS	40	0,74	0,72	39,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8925,04	3	2975,01	34,68	<0,0001
TRATAMIENTO	8925,04	3	2975,01	34,68	<0,0001
Error	3088,34	36	85,79		
Total	12013,38	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,15576

Error: 85,7872 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
SI	7,21	10	2,93	A	
SII	16,33	10	2,93	A	B
SIII	21,79	10	2,93		B
SIV	47,44	10	2,93		C

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

e) Witheringia solanacea

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PORCENTAJE BLISS	40	0,43	0,38	53,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4994,05	3	1664,68	8,90	0,0002
TRATAMIENTO	4994,05	3	1664,68	8,90	0,0002
Error	6736,84	36	187,13		
Total	11730,88	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=16,47649

Error: 187,1343 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
TI	13,13	10	4,33	A	
TII	16,24	10	4,33	A	
TIII	35,52	10	4,33		B
TIV	38,16	10	4,33		B

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