

Fecha de presentación del Informe: Día Mes Año **1. Datos generales del Proyecto**

Código del proyecto: 71060			
Título del proyecto: "Caracterización fisicoquímica, propiedades nutricionales y determinación del poder antioxidante e insecticida de extractos de cúrcuma (<i>Curcuma longa</i>), cultivada en una bio-región del Valle del Cauca"			
Facultad o Instituto Académico: Ciencias naturales y exactas			
Departamento o Escuela: Química			
Grupo (s) de investigación: GIPNA E ILAMA			
Entidades:			
Palabras claves: <i>Curcuma longa</i> , Análisis Proximal, Aminoácidos, Metabolito, Extracción, Capacidad Antioxidante, Curcumina, DPPH, Hidrodestilación, Aceite Esencial, Larvicida, <i>Aedes aegypti</i> .			
Investigadores ¹	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	JAIME RESTREPO, Ph. D.	8H/Semana	8H/Semana
Coinvestigadores	ORLANDO ZÚÑIGA, Ph. D	8H/Semana	8H/Semana
Otros participantes	DIANA PAOLA NOBILE	8H/Día	8H/Día

2. Resumen ejecutivo:

La *Curcuma longa* es una planta de origen hindú, pertenece a la familia de las zingiberaceas y actualmente se cultiva en Colombia, esta planta ha sido objeto de varios estudios por su carácter nutricional y medicinal, se ha implementado como cultivo de sustitución de ilícitos,

¹ Todas las personas relacionadas en el informe y que participen en el proyecto deben haber suscrito el acta de propiedad intelectual de acuerdo con los formatos establecidos.

además de ser una prometedora fuente de sustento para los campesinos de la región, por esto, se busca ofrecerles información sobre el efecto en las características fisicoquímicas de la cúrcuma por el tipo de fertilización del cultivo, en esta investigación se presenta el análisis proximal y mineral, con metodologías estandarizadas de la *Association of Official Analytical Chemistry* (AOC) y de la Norma técnica colombiana (NTC), la determinación de la capacidad antioxidante empleando la captura del radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), y para la extracción y cuantificación de curcumina de extractos de rizoma de *C. longa* se utilizó extracción por solventes asistida por ultrasonido, y la separación por cromatografía preparativa (TLC), además se realizó un estudio sobre actividad larvica en *Aedes aegypti* (*Diptera: Culicidae*) empleando disoluciones de aceites esenciales de rizoma (R) y hojas (H) de *C. longa*, proveniente de cultivos agroecológicos (biofertilizantes) y convencionales (fertilizantes y plaguicidas sintéticos) en el Valle del Cauca.; también se realizó un estudio de los suelos de los cultivos con el propósito de observar el efecto de los suelos sobre las propiedades evaluadas. Se determinó que la *C. longa* tiene buen contenido nutricional ya que aporta proteína de calidad al tener 8 aminoácidos esenciales, glúcidos, calorías y minerales. Por otra parte, el porcentaje de extracción de curcumina de los rizomas provenientes de los cultivos de Magdalena (M), Yumbillo (Y), Guacas (G), Comercial (C), Santa Rosa (SR) y Limonar (L) fue (2.43, 2.36, 2.65, 1.51, (3.22 y 3.06); para la actividad antioxidante se obtuvo para la estimación cuantitativa de la captación del radical DPPH, obteniendo valores para M, Y, G, C, SR y L de %FRS50: (4.22±0.06; 2.11±0.06 ; 1.34±0.26, 9.16±0.32, 1.29±0.26, 1.33±0.05) µg/mL respectivamente, fueron comparados con los estándares Quercetina (Q) 1.01±0.51 µg/mL Vitamina C (V) 2.07±0.45 µg/mL y Piperina P (0.0) µg/mL, También se determinó la concentración letal (LC) en aceites esenciales de rizoma (R) y hojas (H) cuyos valores fueron R (LC50 15.31; LC90 28.86), H (LC50 20.32, LC90 35.68) en ppm, siendo mejor larvica el rizoma, de esta manera se observó que los extractos de cúrcuma se encuentran afectados por la composición del suelo, pero la viabilidad de nutrientes no se encuentra afectada por el tipo de fertilización, en el caso de los estudios de cúrcuma en cultivos agroecológicos se determinó que tienen mayor actividad antioxidante y concentración de curcumina. En general, la *Cúrcuma longa* es una planta con un alto valor nutricional que al incluirse en la ingesta diaria puede suplir requerimientos básicos de proteínas, glúcidos y minerales, además, sus aceites esenciales son buenos larvicidas, con buena efectividad y dado que son multicompuestos pueden llevar a cabo

la prevención de resistencia a un solo compuesto.

3. Síntesis del proyecto:

El presente proyecto de investigación “Caracterización fisicoquímica, propiedades nutricionales y determinación del poder antioxidante e insecticida de extractos de cúrcuma (*Curcuma longa*), cultivada en una bio-región del Valle del Cauca”, permitió generar conocimientos científicos a cerca del cultivo, obtención de harina de rizoma, el impacto ocasionado por el medio y composición del suelo de cultivo en las propiedades fisicoquímicas de la *C. longa*, además de brindarle a la región información sobre los suelos empleados y que a partir de estos se implementen medidas para la optimización de las condiciones de cultivo, como es el caso de los cultivos agroecológicos u orgánicos, que no utilizan fertilizantes comerciales y plaguicidas sintéticos, por otra parte se determinó las propiedades nutricionales minerales y antioxidantes mostrando que en la región se pueden obtener productos de excelente calidad y de alta competitividad. Para la ejecución de este proyecto se planteó como objetivo evaluar el efecto de suelos manipulados convencional y agroecológicamente sobre la composición proximal y composición fitoquímica de la cúrcuma, como también el efecto en las propiedades antioxidantes e insecticidas, esto se realizó empleando rizomas y hojas de *C. longa* y una muestra comercial como referencia, así como muestras de suelos de cinco cultivos ubicados en el norte del Valle del Cauca (Colombia), los cuales proceden de fertilización convencional: Yumbillo (Y), Guacas (G) y Magdalena (M) y por fertilización agroecológica los provenientes de Santa Rosa de Tapias (SR) y Limonar (L). el material vegetal es secado en horno a 40°C durante 48 horas, se pulverizaron a tamaño de partícula de 1 a 2.5 mm, el análisis proximal se realizó mediante los métodos estándar estipulados por la Association of Official Analytical Chemistry (AOC), para humedad se empleó gravimetría, las cenizas por ignición en mufla a 550-600 °C, la proteína se cuantificó por el método de microKjeldahl empleando la conversión de proteína total de 6.25, la extracción etérea se realizó por extracción Soxhlet, para la fibra se manejó la muestra desengrasada en el equipo Soxhlet, luego se procedió a realizar hidrólisis en ácido sulfúrico al 1.25 % y después en Hidróxido de sodio al 1.25 %, el residuo fue secado a 130°C, calcinado a 550°C y a continuación se pesó, el análisis mineral se realizó por absorción atómica, el perfil de aminoácidos por duplicado se realizó por cromatografía de alta

eficiencia (HPLC), la columna empleada es ultracore C18 (ACEC318) de 3.00m X 75 mm, la fase móvil fue ACN-MeOH en una relación 66:34, la inyección se realizó con 2 μ L en un sistema de horno a una $T=37^{\circ}\text{C}$ y se llevó a una longitud de onda de 254nm, la caracterización de suelos de acuerdo a la metodología de la Norma Técnica Colombiana NTC (4981, 1667, 5464, 1886, 5889, 5595, 5526); para la actividad antioxidante se tomó la harina de rizoma y se llevó a percolación en metanol, luego en baño de ultrasonido, hasta obtener la oleorresina, con esta se tomaron alícuotas en Metanol a 130 ppm, con estas soluciones se realizaron diluciones seriadas desde (512.0 a 0.25 ppm) con metanol en una placa de 96 pozos y se adicionó a cada uno 100 μ L de una solución de 132 ppm de DPPH $\cdot$, para cada muestra se prepararon 6 extractos y las lecturas de absorbancia a 520 nm, luego de 1 hora de incubación. Como controles se emplearon patrones de referencia de ácido ascórbico, quercetina y piperina, los resultados se obtuvieron como porcentaje de captura de radicales libres (% FRS₅₀) con inhibición al 50 %, también se realizó la extracción por solventes asistido con ultrasonido y la separación de curcumina por cromatografía de capa preparativa utilizando como solvente en la siembra acetona, y en la fase móvil diclorometano-metanol 98:2, después de esto fue caracterizada por resonancia magnética nuclear protónica (RMN ^1H), espectroscopia de infrarrojo (FT IR), para ultravioleta visible en un rango de longitud de onda de 350-530 nm se midió la absorción de soluciones de 20 a 80 ppm de curcumina en etanol absoluto y por espectroscopia de gases acoplado a espectrometría de masas.

La actividad larvicida se realizó bajo condiciones de laboratorio ($24 \pm 3^{\circ}\text{C}$ y 80% HR). Con cada uno de los aceites provenientes de hojas y rizomas, se prepararon soluciones madres en etanol absoluto a 100 ppm. A partir de estas soluciones se realizaron diluciones en 1 mL de etanol y luego a 249 mL de agua milli Q hasta alcanzar una concentración final del aceite desde 8 a 30 ppm para el rizoma y desde 10 a 40 ppm para el de hojas, estas soluciones se depositaron en vasos plásticos estériles de 300 mL, al igual que los testigos agua y solución de agua-etanol 249:1. En cada vaso se adicionó 25 larvas de tercer y cuarto estadio temprano de zancudos *Ae. aegypti* (Cepa Rockefeller) proporcionado por el Departamento de Biología de la Universidad del Valle. Para cada concentración se desarrolló tres repeticiones y las evaluaciones postratamiento, fueron realizadas a las 1, 2, 4, 6, 8, 12, 24 horas. El análisis estadístico de letalidad LC50 y LC90, se realizó con el programa Probit or Logit Analysis Plus

1.0 (POLO).

Como resultado de la investigación se determinó que el valor nutricional y demás propiedades físico-químicas de una planta, varía según las condiciones climáticas, la textura, sistema y periodicidad de riego, manipulación de la tierra y la composición del suelo donde se encuentra cultivadas, además de los cuidados pos-cosecha y su forma de almacenamiento. Se encontró que el tipo de fertilización desarrollado no afecta la viabilidad de nutrientes en los diferentes suelos empleados. Se utilizó la prueba de Tukey al 95% de confiabilidad y se determinó la existencia de diferencias significativas entre los suelos evaluados coincidiendo en que estas diferencias no dependen del tipo de fertilización empleado. Por otra parte, utilizando la prueba T de Student de una cola con un t_{crit} 2.91, se determinó la existencia de diferencias significativas entre los valores del análisis proximal obtenidos en los cultivos de cúrcuma frente a una muestra comercial, encontrando que la mayoría de estos parámetros difieren de la muestra comercial, como es el caso de la proteína determinada en rizoma de *Curcuma longa* para los cultivos de Magdalena (M), Yumbillo (Y), Guacas (G), Comercial (C), Santa Rosa (SR) y Limonar (L), donde se obtuvo valores en % (m/m) de 8.31 ± 0.25 , 7.69 ± 0.13 , 13.13 ± 0.32 , 11.69 ± 0.21 , 8.93 ± 0.48 , 8.55 ± 0.14 respectivamente.

En el análisis mineral, la mayoría de parámetros difieren de manera significativa del valor de referencia en (%m/m) (muestra comercial $0,140 \pm 0,010$), para el caso de Y($0,869 \pm 0,010$), G($0,145 \pm 0,010$), SR($0,400 \pm 0,008$) y L ($0,586 \pm 0,021$) presentan mayor concentración de calcio; para hierro son mayores Y y L evaluados frente a C, de manera general, Y y SR presentan mayor valor en la mayoría de los parámetros evaluados en contraste con C, siendo menores los demás. En la actividad antioxidante se tiene como resultado de la *free radical scavenger* media (%FRS₅₀) valores de %FRS₅₀: (Y: 2.11 ± 0.06 ; G: 1.34 ± 0.26 , M: 4.22 ± 0.06 C: 9.16 ± 0.32 , SR: 1.29 ± 0.26 , L: 1.33 ± 0.05) expresados en $\mu\text{g/mL}$ respectivamente, fueron comparados con los estándares Quercetina (Q) $1.01 \pm 0.51 \mu\text{g/mL}$, Vitamina C (V) $2.07 \pm 0.45 \mu\text{g/mL}$ y Piperina (P) ($0.0 \mu\text{g/mL}$); se determinó que la capacidad antioxidante del extracto de rizoma de *C. longa* en los cultivos agroecológicos presentan menores concentraciones de fósforo en los suelos de cultivo que los convencionales, pero su bajo %FRS₅₀ tiene concordancia observada con el origen del nitrógeno para la fertilización del suelo, el cual es dispuesto para la producción de curcuminoides, como no es inorgánico y no hay presencia de

plaguicidas de origen sintético, hace que la cúrcuma en el proceso metabólico no genere mecanismos de defensa e incrementa la producción de metabolitos secundarios, en el caso de la muestra comercial, de la cual no se tiene estudio de suelos, el bajo nivel de la actividad antioxidante se debe a que la obtención de la harina de rizoma es procesada de forma industrial y es posible que no se hayan tenido las precauciones para evitar la degradación de los curcuminoides, ya que estos son fotosensibles y se degradan a temperaturas superiores a los 60 °C. Como resultado de la extracción se obtuvo curcumina en %m/m para M, Y, G, C (2.43, 2.36, 2.65, 1.51) y para SR y L (3.22 y 3.06), el rango de los puntos de fusión obtenidos fue de (179.1-183.0, 179.6-182.9, 178.9-182.4, 179.7-182.8)°C para M, Y, G y C, y de (178.8-183.1, 178.9-182.9)°C para SR y L respectivamente, además se encontraron bandas en IR características de la curcumina al igual que las señales en RMN, para la cromatografía de gases acoplada a masas se tiene el ion molecular a :m/z 368[C₂₁H₂₀O₆]⁺, también presenta fragmentaciones características de la curcumina, 350[M – H₂O]⁺, 217[A]⁺, 191 [B]⁺, 177[C]⁺, 160[B – OCH₃]⁺ y 147[C – OCH₃]⁺, las cuales fueron comparadas con el espectrómetro registrado en la base de datos del equipo de compuestos puros, adicionalmente a los reportados en la literatura.

En la actividad larvica Los aceites esenciales de rizoma y hoja de *C. longa* fueron analizados por cromatografía de gases acoplado a masas y se encontró diferencias en las concentraciones de los principales compuestos volátiles de los que se destacan las turmeronas, estas variaciones de la AR turmerona se encuentran en mayor porcentaje en el rizoma que en hoja, y de acuerdo con estudios previos, los aceites esenciales que tienen Eucalyptus o 1,8-cineol, como el caso del aceite de rizoma, poseen actividad larvica; en ambos tipos de aceites mostraron actividad letal sobre las larvas, sin embargo, la concentración letal media (LC₅₀) del aceite de rizoma (R=15.31 ppm) fue menor que la del aceite de hoja (H=20.32 ppm), tendencia que se mantuvo igualmente para las dosis diagnósticas; en el ensayo se aceptó el test de paralelismos, se determinó la heterogeneidad en cada población siendo mayor en rizoma y se rechazó la hipótesis de igualdad.

De manera particular se tiene que la composición de los suelos fertilizados de manera convencional, difiere en sus propiedades fisicoquímicas entre sí y difieren además, de los suelos provenientes de fertilización agroecológica, de esta manera, el tipo de fertilización

empleado no afecta la viabilidad de nutrientes en el suelo; la capacidad antioxidante de la *C. longa* se encuentra afectada por la forma de fertilización del cultivo y el manejo post cosecha en la obtención de la harina de rizoma y presenta menor porcentaje de %FRS₅₀ en los extractos provenientes de cultivos agroecológicos, siendo mejores antioxidantes, también presentan mayor concentración de curcumina frente a otros cultivos de la misma región y de la muestra comercial, ya que hay una relación en el tipo de fertilización y del proceso industrial de secado que influye en la cantidad de curcumina, además en el que se realiza para la obtención de la harina de rizoma de *Curcuma longa* afecta el porcentaje de extracción de curcumina.

Tanto los aceites obtenidos del rizoma de *C. longa* como los de hojas presentan actividad larvicida sobre *Ae. aegypti*, produciendo resultados dosis/respuesta y pendientes muy similares, a través de las diferentes concentraciones probadas. Sin embargo, las concentraciones letales calculadas indican que los de rizoma actúan a una menor concentración que los de hoja, por esto es importante promover y emplear el uso de larvicidas de origen vegetal por su buena efectividad, como en el caso de los aceites de cúrcuma, dado que es multicompuestos y puede llevar a cabo la prevención de resistencia a un solo compuesto.

Como conclusión general del proyecto, la *C. longa* es una especie vegetal adecuadas para ser utilizada en la agricultura como medio de sustento por parte de los cultivadores, al presentar características químicas y alimenticias que permiten que esta planta sea utilizadas en diferentes procesos industriales ya sea elaborando productos alimenticios para animales o humanos, productos para control de plagas como el *A. aegypti*, en tratamiento médico. Esto a su vez, incentiva el cambio por parte de los cultivadores para dejar a un lado el uso de los cultivos ilícitos y tener alternativas que están demostrando ser de gran utilidad.

Se recomienda la continuidad en las investigaciones de *Curcuma longa* evaluando en estas los potenciales usos como en piscicultura para la alimentación y coloración de la carne de truchas y tilapias, en la avicultura para colorantes de la yema de los huevos y coloración del musculo de los pollos, además de buscar industrializar la extracción de aceites esenciales de la hoja y rizoma de cúrcuma para su utilización masiva como larvicida e incentivar los trabajos de investigación tanto en aplicaciones de nanopartículas de curcumina como para el mantenimiento y el mejoramiento de los cultivos en las diferentes zonas climáticas del país, de igual manera

identificando las condiciones ideales de cada uno de los cultivos

4. Impactos actual o potencial:

El proyecto logró captar el interés de los agricultores de las regiones vallecaucanas del Cerrito, Guacas, Yumbillo, Guacari Santa Rosa de Tapias y el Limonar. En lo que refiere a las investigaciones en el país, se logró incentivar la continuidad en los procesos de exploración del aprovechamiento de plantas prometedoras como el caso de la *Curcuma longa*, la cual ha mostrado tener propiedades ficoquímicas, nutricionales y de carácter medicinal que permiten que sean especies de utilidad en las industrias, dando más oportunidades de cultivo alternativos y novedosos para los agricultores de la zona, que están enfrentando la problemática de los cultivos ilícitos, esperando que sean alternativas de reemplazo para sus siembras ilegales. Se espera que los resultados de la investigación promuevan la continuidad en la evaluación de especies vegetales, de los cuales se extraen productos por metodología de química verde, siendo muy beneficioso desde el punto de vista ambiental contrario a lo que sucede con los cultivos ilícitos cuyo reemplazo se espera realizar en su totalidad en el país.

5. Productos:

Tabla No. 1. **Cantidad y tipo de productos pactados en el Acta de Trabajo y Compromiso y productos finalmente presentados**

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS				No. de PRODUCTOS PRESENTADOS			
Productos de nuevos conocimientos								
Artículo en revista ISI-SCOPUS:	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
		1				1		
Artículo completo publicado	A1	A2	B	C	A1	A2	B	C

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS				No. de PRODUCTOS PRESENTADOS			
en revistas indexadas								
Libros de autor que publiquen resultados de investigación								
Capítulos en libros que publican resultados de investigación								
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados								
• Prototipos y patentes								
• Software								
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial								
Normas basadas en resultados de investigación								
Formación de recursos humanos	No. de estudiantes vinculados	No. de tesis			No. De estudiantes Vinculados	No. De tesis		
Estudiantes de pregrado	1	1			1	1		
Semillero de Investigación	1				2			
Estudiantes de maestría	1				0			
Estudiantes de doctorado	0							
Joven investigador	0							
Productos de divulgación								
Publicaciones en revistas no indexadas								
Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)	No. de ponencias nacionales 1	No. de ponencias internacionales			No. de ponencias nacionales 2	No. de ponencias internacionales 1		

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
Propuesta de investigación				
Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.	1			

Tabla No. 2. Detalle de productos

Para cada uno de los productos obtenidos y relacionados en la tabla anterior, indique la información solicitada para cada uno, anexando copia de las respectivas constancias. Como anexo a este formato encontrará el instructivo para la revisión de informes finales y productos

Tipo de producto:	Ponencia
Nombre General:	I Simposio Colombiano de química verde (Año 2017). Poster
Nombre Particular:	Poster Extracción De Curcumina A Partir De Rizomas De Curcuma longa Y Su Incorporación En Nanoemulsiones (O/W) De Grado Alimentario
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 27 y 28 de Julio de 2017
Participantes:	Daniela L. Tami, Jaime Restrepo
Sitio de información:	Página Web del Congreso
Formas organizativas:	Grupo de Investigación GIPNA E ILAMA

Tipo de producto:	Memorias
Nombre General:	Determinación Del Valor Nutricional Y Capacidad Antioxidante De Extractos De Cúrcuma Longa De Rizomas En Cultivos Agroecológico Y Convencional En El Valle Del Cauca.

Nombre Particular:	Determinación del Valor Nutricional y Capacidad Antioxidante de extractos de <i>Cúrcuma longa</i> de rizomas en Cultivos Agroecológico y Convencional en el Valle del Cauca
Ciudad y fechas:	Armenia 29 de septiembre de 2017
Participantes:	Diana Nobile, Jaime Restrepo, Ana Julia Colmenares y Orlando Zuñiga
Sitio de información:	<i>Vol. suplemento. Revista de Investigaciones Universidad del Quindío. Pag 12. 2017</i>
Formas organizativas:	Grupo de Investigación GIPNA E ILAMA

Tipo de producto:	Ponencia
Nombre General:	VII Simposio de química (Año 2017). Poster
Nombre Particular:	Poster DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE <i>Cúrcuma longa</i> EN CULTIVOS AGROECOLÓGICOS Y CONVENCIONALES EN EL VALLE DEL CAUCA
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 2 Noviembre de 2017
Participantes:	Diana Nobile, Jaime Restrepo, Orlando Zuñiga, Ana Colmenares
Sitio de información:	Centro de Documentación Departamento de Química, Universidad del Valle
Formas organizativas:	Grupo de Investigación GIPNA E ILAMA

Tipo de producto:	Tesis
Nombre General:	Tesis DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y LARVICIDA DE <i>Curcuma longa</i> EN CULTIVOS AGROECOLÓGICOS Y CONVENCIONALES EN EL VALLE DEL

Nombre Particular:	TESIS DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y LARVICIDA DE <i>Curcuma longa</i> EN CULTIVOS AGROECOLÓGICOS Y CONVENCIONALES EN EL VALLE DEL
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 6 de Abril de 2018
Participantes:	Diana Nobile, Jaime Restrepo, Orlando Zuñiga, Ana Colmenares y Ranulfo Gonzales
Sitio de información:	Biblioteca Central
Formas organizativas:	Grupo de Investigación GIPNA E ILAMA

Tipo de producto:	Propuesta de Investigación
Nombre General:	Convocatoria externa
Nombre Particular:	“EVALUACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA CURCUMINA CON PIPERINA, NANOENCAPSULACIÓN, BIODISPONIBILIDAD Y APLICACIÓN EN CELULAS HELA”
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, mayo de 2018
Participantes:	Jaime Restrepo. Orlando Zúñiga
Sitio de información:	Sistema de Control de Proyectos de Investigación – SICOP
Formas organizativas:	Grupo de Investigación GIPNA E ILAMA.

La presente versión del informe contiene las observaciones de los evaluadores:



Firma del investigador principal

VoBo. Vicedecano de Investigaciones

Por favor presente su informe impreso y en formato digital en hoja tamaño carta, letra arial 11, con espacios de 1 1/2