



Universidad Industrial de Santander

“La BIOECONOMÍA desde la planta a un producto final: vicisitudes del camino”

Prof. Dra. Elena E. Stashenko

1



Bio-diversidad
Bio-productos
BIO-ECONOMÍA

2



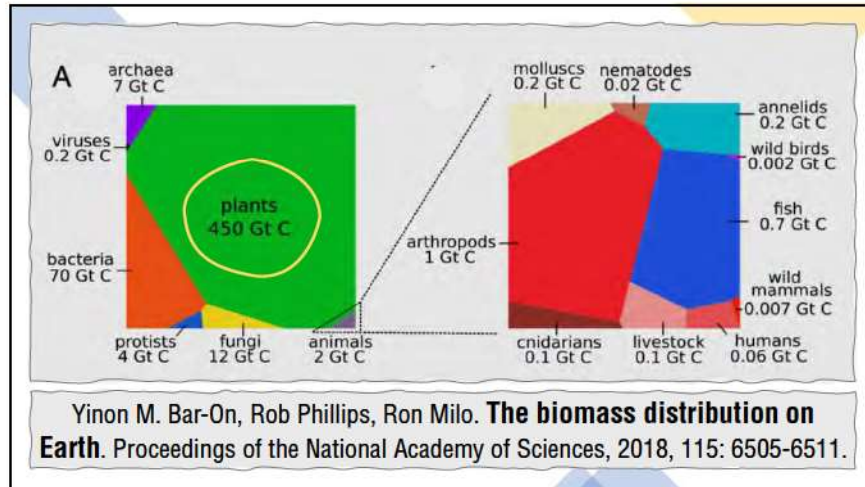
PREMISAS

3



Plantas

4



5



6

Orígenes geográficos de plantas con flores y sus cultivos

<ul style="list-style-type: none"> Maíz Tomate Amaranto Frijol Vainilla Aguacate Cacao Calabaza Chile Tabaco Algodón Coca Girasol 	<ul style="list-style-type: none"> Yuca Papa Camote Casaba Oca Ulluco Quinua Maní Piña Mora Papaya Marañón Lulo 	<ul style="list-style-type: none"> Achiote Zapote Chirimoya Guanábana Maguey Mamey Nopal Pitahaya 	<ul style="list-style-type: none"> Ñame Mijo Sorgo Palma de aceite Melón Arroz Arroz africano 	<ul style="list-style-type: none"> Dátiles Café Sorgo Cebada 	<ul style="list-style-type: none"> Olivo Uva Higo Garbanzo Remolacha Repollo Avena 	<ul style="list-style-type: none"> Lechuga Espinaca Rábano Nabo Cirueta Granate Albaricoque 	<ul style="list-style-type: none"> Trigo Centeno Cañamo Cebolla Pera Manzana Cerezas 	<ul style="list-style-type: none"> Plátano Citricos Arroz Mango Pepino Pimienta Berenjena Alverja Lenteja Té 	<ul style="list-style-type: none"> Banana Caña de azúcar Coco Taro Árbol de pan
--	--	---	--	--	---	--	---	--	--

7

COLOMBIA

- 10 % - Biodiversidad
- 0,7 % - De la superficie del Planeta
- 45,000 - Plantas superiores
- 314 - Ecosistemas
- 2,404 - Especies con propiedades farmacológicas
- 1,442 - Especies nativas del Neo-Trópico
- 214 - Especies nativas de Colombia

Instituto Alexander von Humboldt, Agrosavia (CORPOICA), 2017

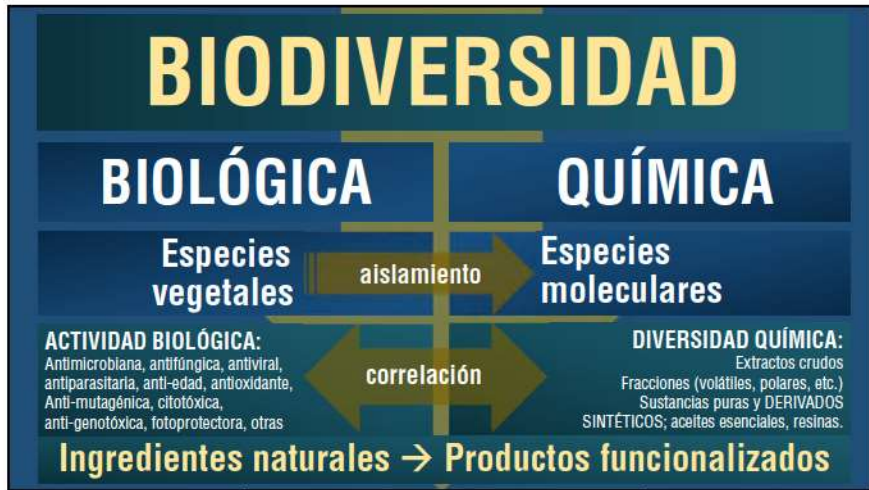
8



9



10



11

Prospección científica		
BIO-prospección	QUIMIO-prospección	Aplicaciones
<p>Conocimiento tradicional Colectas botánicas Estudios taxonómicos Bases de datos Estudios previos</p>	<p>Nuevos metabolitos METABOLOTECAS Transformaciones moleculares: NUEVAS MOLÉCULAS</p>	<p>Nuevos mercados Productos funcionalizados Ingredientes naturales Productos cosméticos, farmacéuticos y de aseo</p>
<p>Actividad biológica Relación: Especie vegetal - Actividad biológica Correlación: Actividad biológica - Estructura química Semi-síntesis de nuevas moléculas y síntesis guiada</p>		<p>Calidad y competitividad internacional basadas en el conocimiento y la tecnología</p>

12



13



14



15



16



17



18



19

Años	N° salidas	Accesiones recolectadas	Aceites esenciales	Extractos obtenidos
2005-2009	20	829	747	10
2011-2012	3	91	41	40
2013-2018	8	186	135	93
Total	31	1106	923	143

Sitios de colecta

20

Número de ensayos biológicos realizados a extractos y aceites esenciales en 2005 - 2015

Período	Aceites y extractos evaluados	Aceites y extractos activos	Porcentaje de activos, %
2004-2009	747	351	47
2011-2012	81	33	40
2013-2015	197	89	45

En total se realizaron 4480 ensayos biológicos

21

CENIVAM National Research Centre for Agro-Industrialization of Aromatic and Medicinal Tropical Vegetal Species 2005-2018

Number of collected accessions according to their botanical families

Family	Species	Family	Species
Aristolochiaceae	10	Myrtaceae	18
Asteraceae	241	Piperaceae	139
Burseraceae	15	Rutaceae	7
Euphorbiaceae	9	Turneraceae	10
Labiatae	235	VERBENACEAE	350
Melastomataceae	27	Others	78

22

Salidas botánicas 2019-2021



23



24



25



26

Salidas botánicas de Bio-Reto, distribución de plantas por familias

Familia	N° accesiones recolectadas		
Asteraceae	34	Acanthaceae	2
Labiatae	34	Amaranthaceae	1
Verbenaceae	24	Anacardiaceae	1
Piperaceae	10	Aristolochiaceae	2
Myrtaceae	7	Asteraceae	34
Boraginaceae	6	Boraginaceae	6
Fabaceae	6	Capparidaceae	1
Turneraceae	4	Convolvulaceae	1
Otras familias*	27	Fabaceae	6
TOTAL	152	Gesneriaceae	2
		Labiatae	34
		Melastomataceae	1
		Meliaceae	1
		Moraceae	1
		Myrtaceae	7
		Passifloraceae	1
		Piperaceae	10
		Polygonacea	1
		Polygonaceae	1
		Primulaceae	2
		Rubiaceae	1
		Rutaceae	2
		Sapoteae	1
		Sapotaceae	2
		Turneraceae	4
		Verbenaceae	24
		Vitaceae	1

*Otras familias: Sumatoria de familias con dos o menos accesiones recolectadas, entre ellas están: Gesneriaceae, Aristolochiaceae, Primulaceae, Acanthaceae, Sapotaceae, Rutaceae, Melastomataceae, entre otras.

27



28



29



30



31



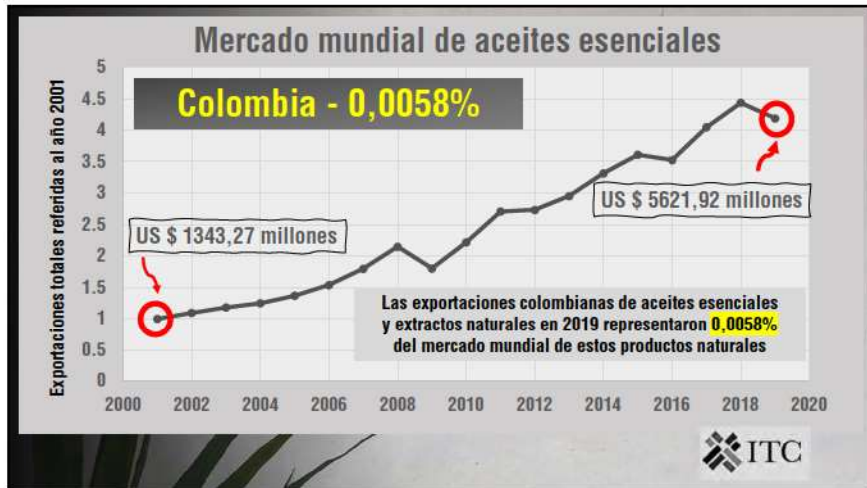
¿DÓNDE se usan los aceites esenciales?

- Alimentos
- Perfumes
- Cosméticos
- Productos de aseo
- Medicina
- Veterinaria
- Textiles
- Agroindustria

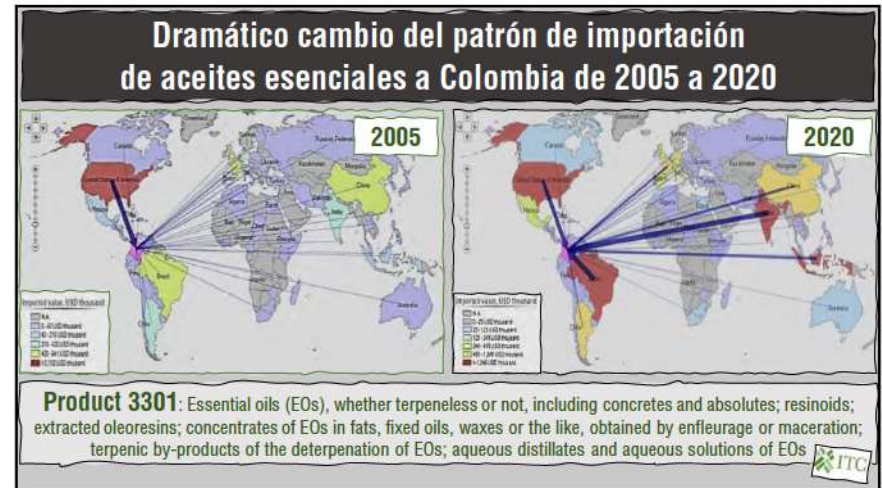
33



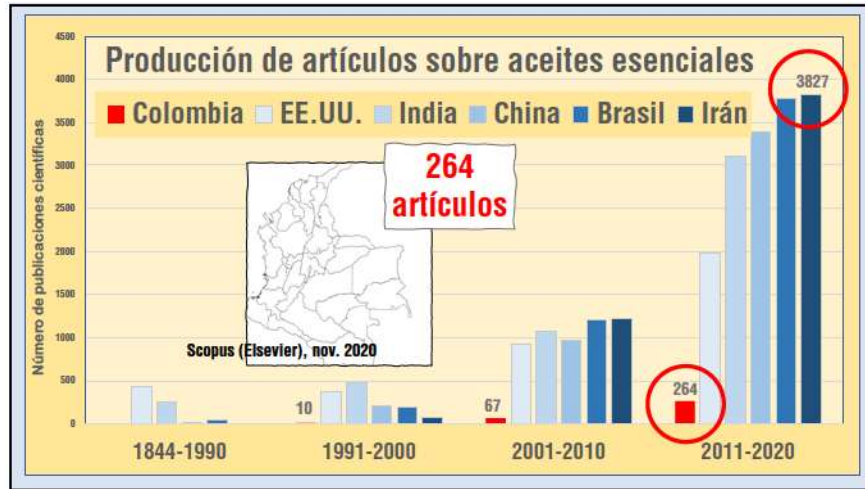
34



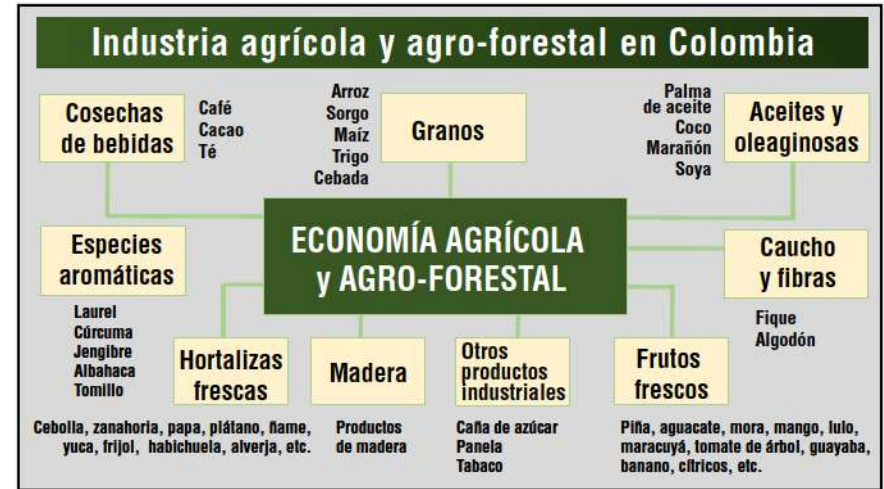
35



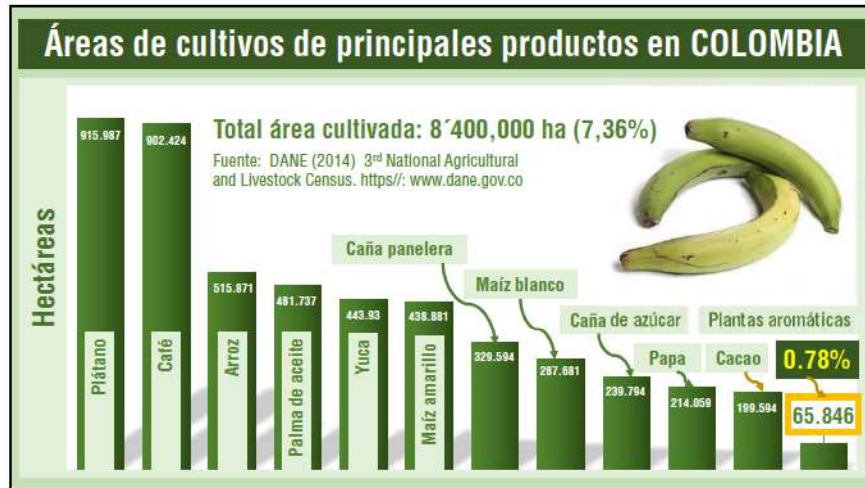
36



37



38



39

Main destinations of the aromatic plants [Product 1211] exported by COLOMBIA in 2013-2017 (TONNES)

Importers	2013	2014	2015	2016	2017
World	4,590	5,516	5,722	6,832	8,288
U. S. A.	3,197	3,916	4,435	5,695	7,304
Belgium	605	843	518	518	469
Canada	454	382	412	476	414
Panama	20	22	23	26	33
U. K.	280	327	300	87	29
Aruba	11	10	18	11	13
Netherlands	5	-	1	1	7
Germany	1	0	1	0	6
Curaçao	8	6	1	2	4
Costa Rica	4	4	5	7	4

Product: 1211 Plants and parts of plants, incl. seeds and fruits, of a kind used primarily in perfumery, medicaments or for insecticidal, fungicidal or similar purposes, fresh or dried, whether cut or not, crushed or powdered



ITC

40

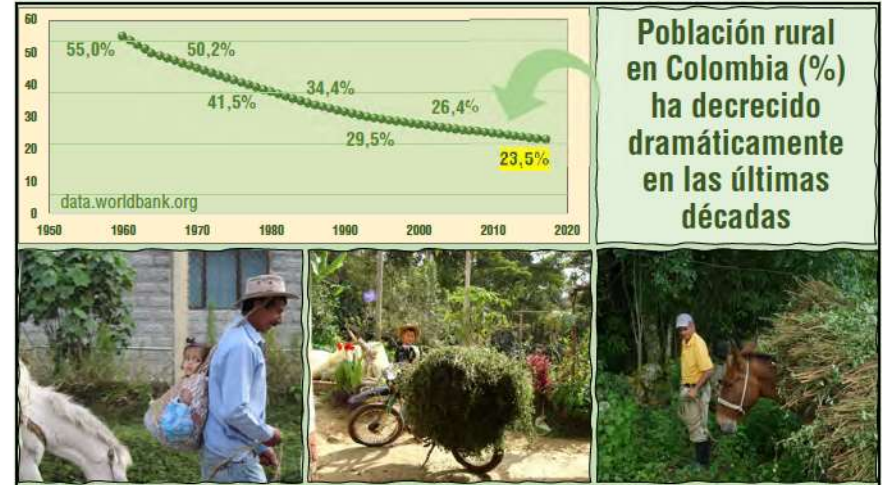
Main destinations of the aromatic plants [Product 1211] exported by COLOMBIA in 2013-2017 (US Dollar, thousands)

Importers	2013	2014	2015	2016	2017
World	18,477	21,858	22,951	26,407	31,353
U.S.A.	13,697	16,805	18,487	23,228	28,522
Canada	2,073	1,837	1,731	1,925	1,773
Panama	267	306	295	355	453
Belgium	241	331	202	211	206
U.K.	1,981	2,418	1,996	438	161
Aruba	31	33	42	44	63
Ecuador	49	50	36	52	45
Costa Rica	41	34	61	70	39
Netherlands	37	0	8	7	35
Curaçao	42	26	11	10	26

Product: 1211 Plants and parts of plants, incl. seeds and fruits, of a kind used primarily in perfumery, medicaments or for insecticidal, fungicidal or similar purposes, fresh or dried, whether cut or not, crushed or powdered

41



42



43



44



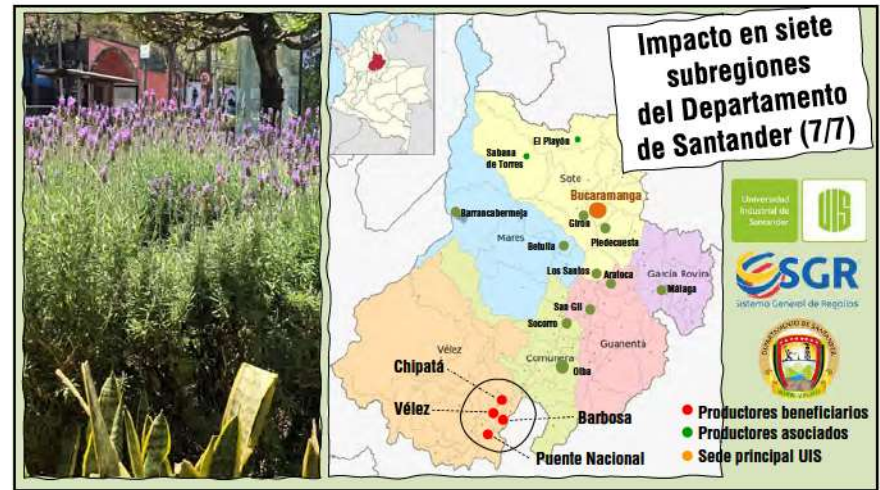
45



46



47



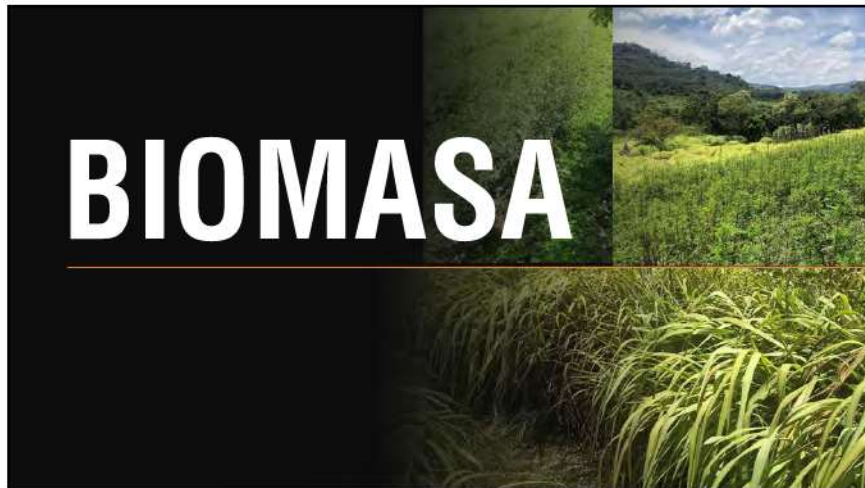
48

Municipio	Asociación	Fotografía	
Barbosa	SAPAM	ASOCAPACHI	SAPAM, AMUCBAR
Barbosa	AMUCBAR	ASPROCEP	Entrega de herramienta, Barbosa
Chipatá	ASOCAPACHI	ASPROCEP	Entrega de herramienta, Vélez
Puente Nacional	ASPROCEP	ASMUVEL	Entrega de herramienta, Vélez
Vélez	ASMUVEL	ASMUVEL	Entrega de herramienta, Vélez

49



50



51



52

Cultivo rápido
Combinación con otros cultivos

3 - 4 cosechas /año
6 - 20 ton/ha

Tecnología propia
Aprovechamiento integral

- ✓ **BIOMASA:** Cultivos estandarizados bajo las Buenas Prácticas Agrícolas
- ✓ Estandarización de procedimientos de extracción y rectificación
- ✓ Control de calidad en cada etapa de obtención de ingredientes naturales

[CANTIDAD + CALIDAD + CONTINUIDAD] = CONFIANZA

53

VIVEROS BARBOSA

Propagación de tomillo y romero. Municipio de Barbosa, UIS-Barbosa.
Fuente: Equipo agronómico.

54



55



56



57



58



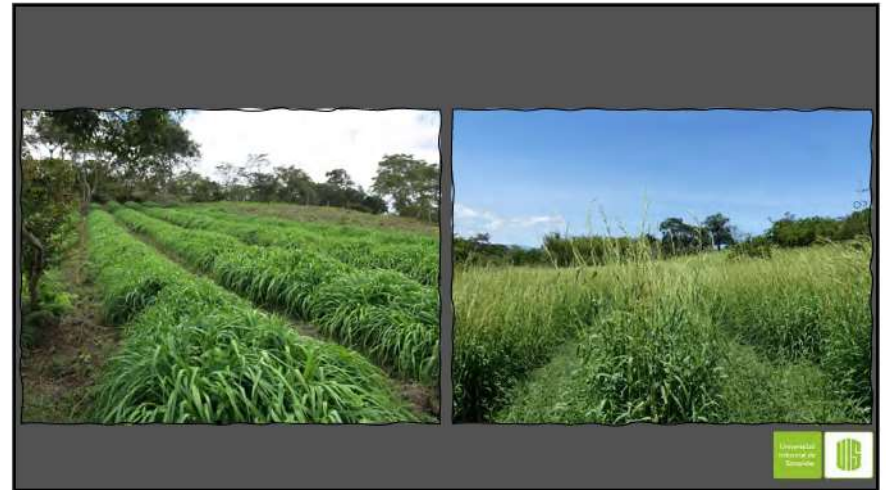
59



60



61



62



63



64



65



66



67

Grupo de investigación GEPS

Grupo Ergonomía, Proceso, Significado (GEPS, Dra. María Fernanda MARADEI)
Productos: Herramienta tipo azada, con hoja doble propósito, variación angular entre la hoja y el cabo y cabo con sistema de elongación (diseño industrial)
 Una estudiante de maestría en formación - Un artículo de investigación
 Dos estudios de vigilancia tecnológica

Diseño industrial de una herramienta de corte (tijera - hoc) Patente de tijera con ventaja mecánica (en desarrollo) - Una estudiante de maestría en formación - Un artículo de investigación
 Dos estudios de vigilancia tecnológica

68

El futuro es de todos
Gobierno de Colombia
COLOMBIA CIENTÍFICA
Conocimiento Global para el Desarrollo

Programa

“Bio-Reto XXI 15:50. Desarrollo de bioproductos para los sectores salud, agropecuario y cosmético, como resultado del estudio de la biodiversidad colombiana”

Foco: **BIOECONOMÍA**
Ecosistema Científico Misión Banco Mundial
Noviembre 9 de 2020

La educación es de todos | MinEducatión | El progreso es de todos | Mincomercio | CETEX | El conocimiento es de todos | Minciencias

69

...de la planta al producto comercial

Material vegetal
Aceite esencial, extracto
Actividad biológica
Ingrediente natural
Producto final

“BIO-RETO XXI 15:50”

70

Programa

“Bio-Reto XXI 15:50. Desarrollo de bio-productos para los sectores salud, agropecuario y cosmético, como resultado del estudio de la biodiversidad colombiana”

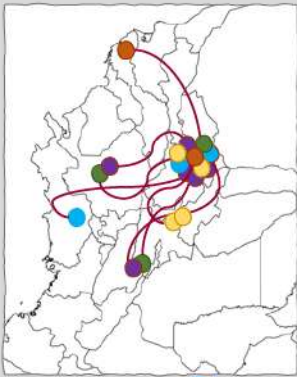
COLOMBIA CIENTÍFICA
Conocimiento Global para el Desarrollo

Bio prospección **Bioactividad** **Bio-Productos**

71



72



nuestra ALIANZA

- 15 Proyectos
- 16 Grupos de investigación
- 7 Universidades nacionales
- 10 Universidades internacionales
- 4 Industrias
- 2 Asociaciones de productores

Universidades nacionales:
 Universidad Industrial de Santander
 Universidad de Antioquia
 Universidad de Cartagena
 Universidad Tecnológica del Chocó
 Universidad de Santander (UDES)
 Universidad del Tolima
 Universidad de Ibagué

Sector industrial:
 PROMITEC SAS
 Laboratorios M&N, Neyber SAS
 Penagos Hermanos y Co SAS
 Fedecacao, ACVC

Bioprospección: Proyectos I, II, IV

Transformaciones: Proyectos V, VI, VII

Bioactividad: Proyectos IV, VIII - XV

Bio-Productos: Proyectos III, IV, IX - XV

73



ALIADOS EN EL EXTRANJERO

- Purdue University (EE.UU.)
- University of Waterloo (Canadá)
- Monash University (Australia)
- Moscow State University (Russia)
- University de Minho (Portugal)
- Universidade de Sao Paulo (Brasil)
- Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Brasil)
- Universidade de Brasilia (Brasil)
- CSIC (España)
- Technical University of Braunschweig (Alemania)

74

CONTROL DE CALIDAD



Biomasa **Ingredientes naturales** **Productos finales**

TRANSFORMACIÓN **COMERCIALIZACIÓN**

75

INTERDISCIPLINARIEDAD



76



77



78



79



80



81



82



83



84



85



86



87



88

Proyecto 4: Laboratorio

Fracciones volátiles

- Static Headspace (HS)
- HS-Solid-Phase Micro-Extraction (SPME)
- HS-Sorptive Extraction

Aceites esenciales

- Steam Distillation (SD)
- Hydrodistillation (HD) and MWHD
- Cold Pressing (Citrus oils)

Extractos

- Soxhlet Extraction
- Accelerated Solvent Extraction (ASE)
- Matrix Solid-Phase Dispersion (MSPD)
- Supercritical Fluid Extraction (SFE)

89



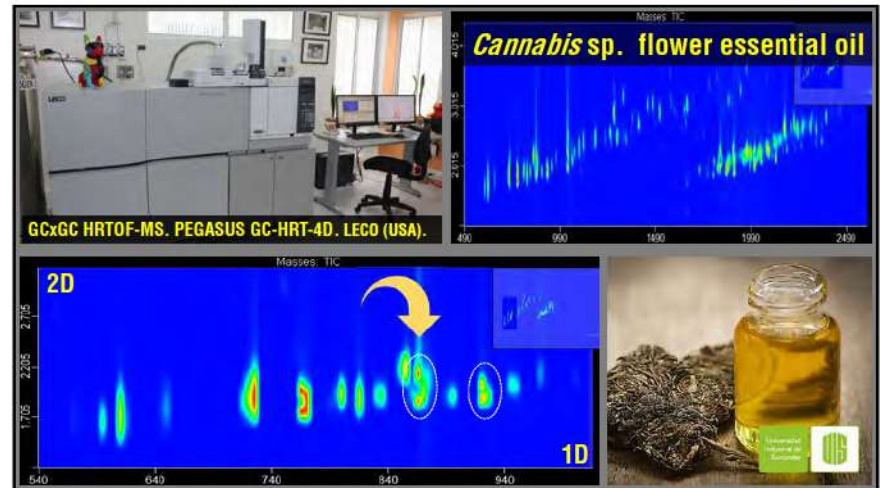
90

Análisis de alta resolución

GC-MS
GC-MS/MS
GCxGC-HRMS
LC-rTOF-MS
UHRLC-Orbitrap-MS

WOW!

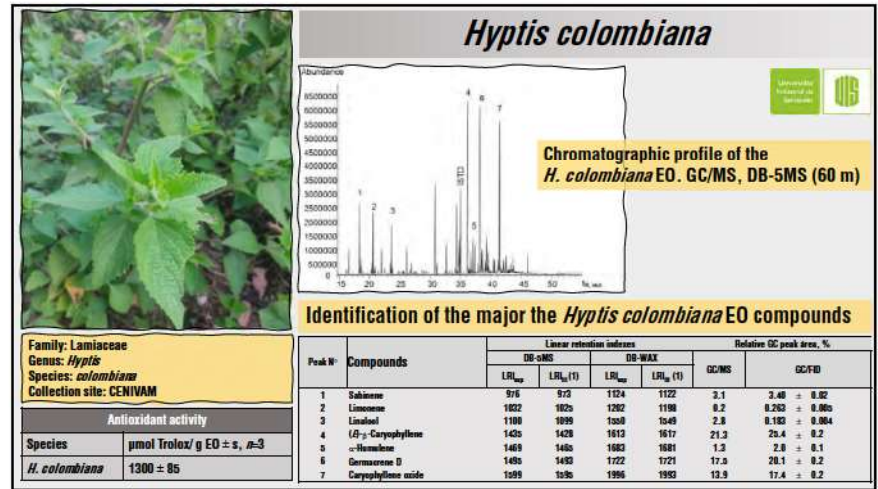
91



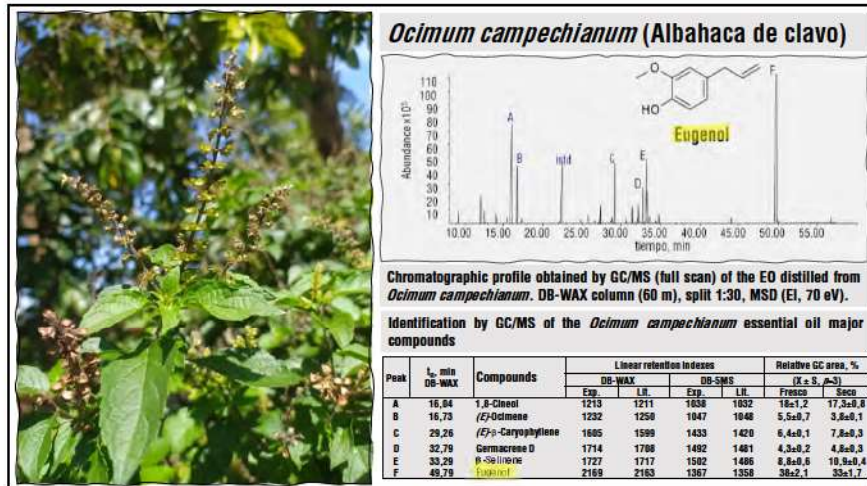
92



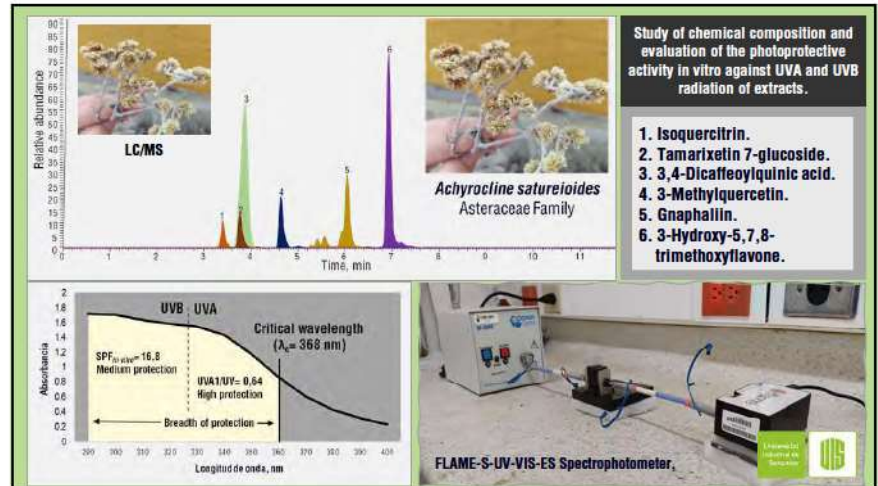
93



94



95



96



97



98



99



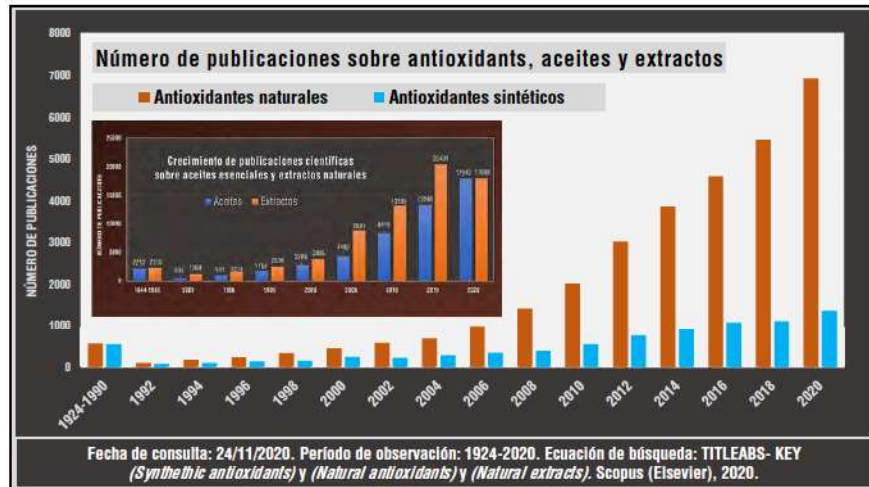
100



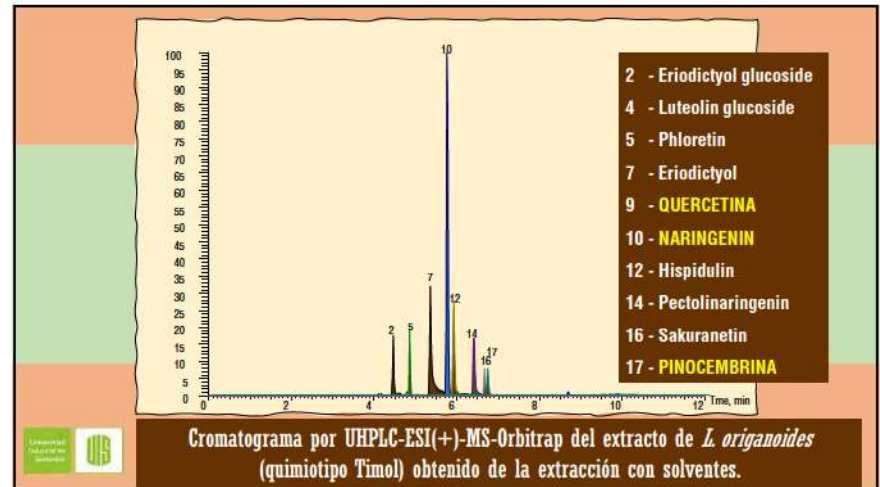
101



102



103




104

Antioxidant capacity: ORAC value of *L. origanoides* extracts

<i>Lippia origanoides</i>	Extract	ORAC, $\mu\text{mol Trolox@/g extract}$
Chemotype Thymol	SFE	2490 \pm 76
	SE	10750 \pm 95
Chemotype Carvacrol	SFE	1180 \pm 42
	SE	10400 \pm 145
Chem. Phellandrene	SFE	4130 \pm 29
	SE	15380 \pm 56
BHT	Ref. material	457 \pm 9
α -Tocopherol	Ref. material	550 \pm 13

SFE: Supercritical Fluid Extraction, SE: Solvent Extraction.



105



106



107



108



109



110



111



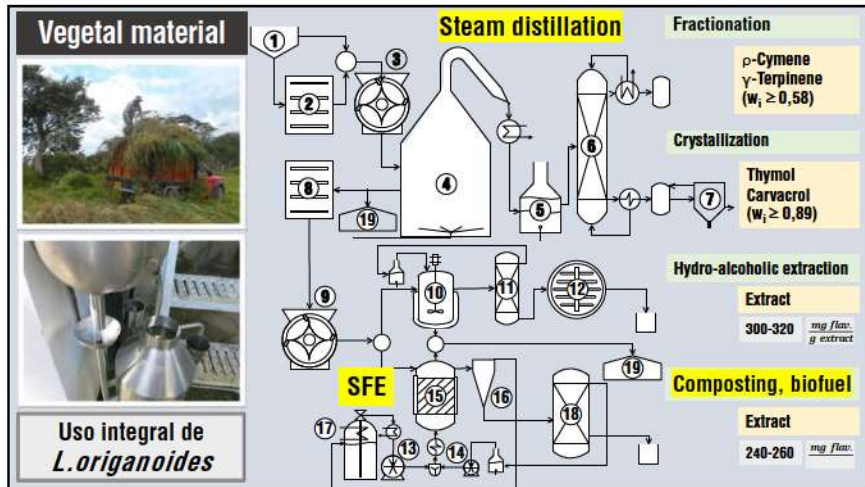
112



113



114

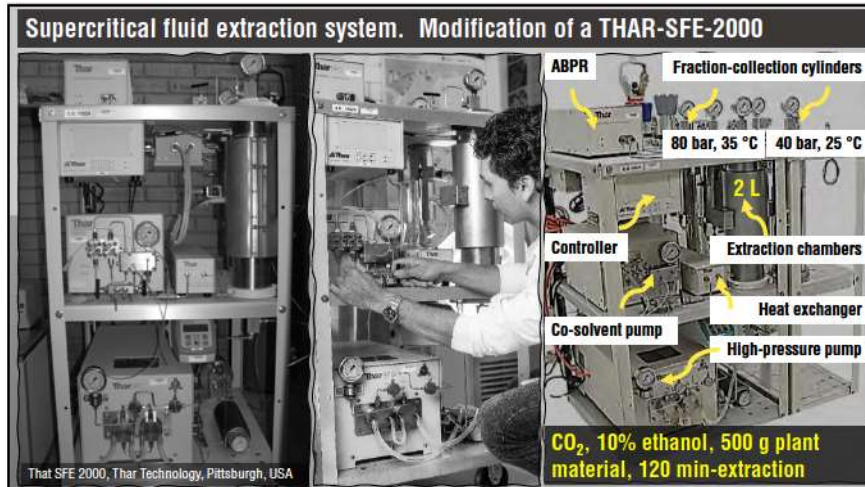


115

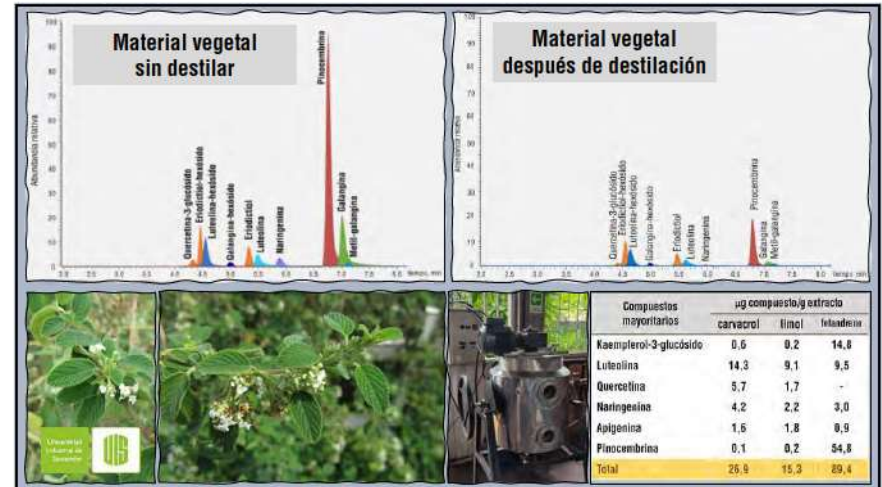
PATENT OF INVENTION WO2018122654A1:
Method for making full use of *Lippia organoides*.
Elena STASHENKO, Jairo René MARTÍNEZ MORALES, Diego Camilo DURÁN GARCÍA, Anderson Julián ARIAS VELANDIA, Yuri CÓRDOBA CAMPO, Jéscica MEJÍA, Camilo TAVERA. 2019.

PATENT OF INVENTION WO2018069778A1:
Sistema de recirculación de dióxido de carbono supercrítico que usa un dispositivo integrado de licuado y almacenamiento del fluido.
Elena STASHENKO, Jairo Rene MARTINEZ MORALES, Anderson Julian ARIAS VELANDIA, Sergio Andres BELTRAN MORENO, Omar Armando GELVEZ AROCHA, Sergio Armando RIVERO GEREDA. 2019.

116



117



118



119

Volumen de producción mundial de aceites esenciales

GRANDE >1000 toneladas/año [2 – 60 USD/kg]	MEDIANO 100 – 1000 toneladas/año [10 – 150 USD/kg]	BAJO < 100 toneladas/año [30 – 250 USD/kg]
CITRONELA Eucalipto Mentas Lavandina Clavo PATCHOULÍ Naranja Lima Limón Sasafrás	Bergamota Mandarina Salvia GERANIO Vetiver Cedro, sándalo Enebro Lavandas Pinos, abetos Ylang-ylang	Anís ROMERO TOMILLO Manzanilla Canela Coriandro Hinojo, eneldo, perejil Jengibre PALMARROSA Ciprés

120



PINO

EUCALIPTO

ACEITES ESENCIALES como SUBPRODUCTOS de otras industrias importantes

Industria de alimentos
Industria de madera - muebles
Industrias de papel & textiles
Insumos agrícolas, fertilizantes



NARANJA

121

CALIDAD DE ACEITES ESENCIALES		
Factores ambientales	Factores intrínsecos	Otros factores y variables
Luz solar, irradiación Duración del día Temperatura, humedad Suministro de agua Fertilización Propiedades de suelo: pH, salinidad, nutrientes Período de lluvias y sequía	Plantas: anuales, bienales, perennes Genotipos, variaciones intraindividuales Quimiotipos, estado de desarrollo Método de propagación (semillas, plántulas y esquejes, micropropagación, <i>in vitro</i>)	Cultivo orgánico Buenas Prácticas Agrícolas El rol del cultivador en el cuidado de su cultivo Cosecha, postcosecha Destilación (modo de operación, diseño del equipo, empaquetamiento, duración, otros)

122

COSTOS DE PRODUCCIÓN	PRECIOS EN EL MERCADO
-TIERRA, análisis de suelo y su acondicionamiento -Material vegetal (semillas y plántulas) -MANO DE OBRA -Propagación y siembra de plantas -Herramientas agrícolas de trabajo -CULTIVOS Y SU MANTENIMIENTO -Asistencia técnica, asesorías y capacitaciones -COSECHA y postcosecha -Transporte del material vegetal -Destiladores, adecuaciones y su puesta en marcha -Destilación de aceites y sus insumos, técnicos -Control de calidad y fichas técnicas de aceites -Página web y su mantenimiento -Material pedagógico, cartillas monografías -Artículos científicos y participación en congresos	-CALIDAD de aceites esenciales y su valoración organoléptica y físico-química -DEMANDA del aceite en el mercado (local e internacional) (ejemplo, vainilla) -OFERTA del aceite esencial en el mercado -APLICABILIDAD del aceite en diferentes industrias (alimentos, productos de aseo, perfumes, veterinaria, farmacéutica, otras) -Situaciones climáticas, geo-políticas y de economía mundial en general, crisis -Conocimiento y confiabilidad en el proveedor de aceites esenciales, país de origen, tradición en el suministro y calidad -Mercadeo eficiente y negociación exitosa

123





- ✓ 250 publicaciones científicas
- ✓ 10 libros/capítulos de libros
- ✓ 300 nuevos profesionales graduados (pregrado, maestría, doctorado)
- ✓ 8 patentes
- ✓ 15 millones de dólares en proyectos de investigación realizados (Colciencias, ANH, MADR, Gobernación de Santander, Arauca, SGR)
- ✓ Centro de Investigación de Excelencia- CENIVAM

124



125



126



127



128



129



130



131



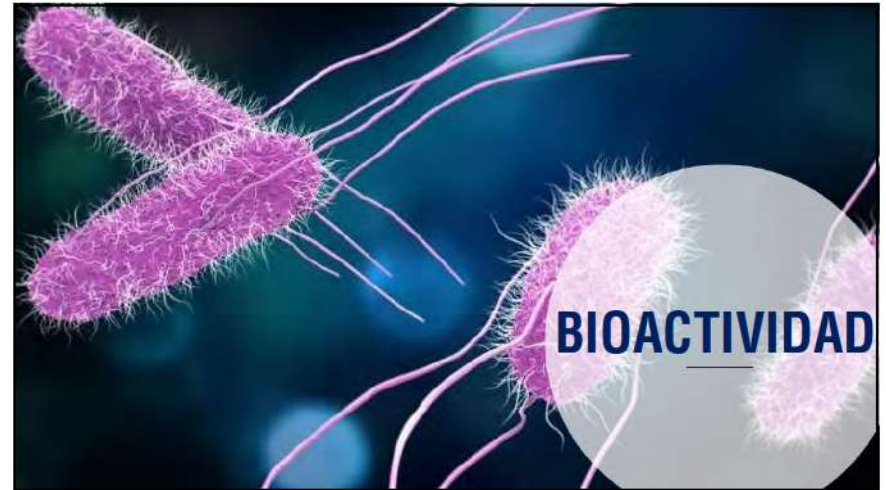
132

Número de ensayos biológicos realizados a extractos y aceites esenciales en 2005 - 2015

Período	Aceites y extractos evaluados	Aceites y extractos activos	Porcentaje de activos, %
2004-2009	747	351	47
2011-2012	81	33	40
2013-2015	197	89	45

En total se realizaron 4480 ensayos biológicos

133



134

Ingredientes naturales

Propiedades biológicas

- Anti-oxidante
- Anti-envejecimiento
- Anti-inflamatoria
- Fotoprotectora
- Cicatrizante
- Antimicrobiana
- Otras...

Bioproductos: formulaciones

135

Eugenol and Methyl Eugenol Chemotypes of Essential Oil of Species *Ocimum gratissimum* L. and *Ocimum campechianum* Mill. from Colombia.

Anticancer activity against *Anterior* *Fusiformis* essential oils isolated from plants of the genus *Lippia* and *Piper* collected in Colombia.

Essential Oil Composition from Two Species of Piperaceae Family Grown in Colombia.

Antimycobacterial natural product opportunity for the Colombian biodiversity

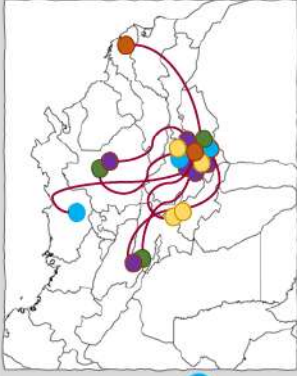
Anticancer activity against *Anterior* *Fusiformis* essential oils isolated from plants of the genus *Lippia* and *Piper* collected in Colombia.

Anticancer activity against *Anterior* *Fusiformis* essential oils isolated from plants of the genus *Lippia* and *Piper* collected in Colombia.

Anticancer activity against *Anterior* *Fusiformis* essential oils isolated from plants of the genus *Lippia* and *Piper* collected in Colombia.

BIOPRODUCTOS basados en conocimiento

136



nuestra ALIANZA

- 15 Proyectos
- 16 Grupos de investigación
- 7 Universidades nacionales
- 10 Universidades internacionales
- 4 Industrias
- 2 Asociaciones de productores

Universidades nacionales:
 Universidad Industrial de Santander
 Universidad de Antioquia
 Universidad de Cartagena
 Universidad Tecnológica del Chocó
 Universidad de Santander (UDES)
 Universidad del Tolima
 Universidad de Ibagué

Sector industrial:
 PROMITEC SAS
 Laboratorios M&N, Neyber SAS
 Penagos Hermanos y Co SAS
 Fedecacao, ACVC

Bioprospección: Proyectos I, II, IV
Transformaciones: Proyectos V, VI, VII
Bioactividad: Proyectos IV, VIII - XV
Bio-Productos: Proyectos III, IV, IX - XV

137



138

CONTROL DE CALIDAD



Biomasa **Transformación** **Ingredientes naturales** **Productos finales**

COMERCIALIZACIÓN

139

Programa

“Bio-Reto XXI 15:50. Desarrollo de bio-productos para los sectores salud, agropecuario y cosmético, como resultado del estudio de la biodiversidad colombiana”



Bioprospección **Bioactividad** **Bio-Productos**



140



141



142



143



144



145



146

Aceites esenciales

- Actividad antimicrobiana
- Bactericida/ bacteriostática
- Actividad antifúngica
- Virucida / virustática**

147

Actividad virucida y virustática

- Herpes simplex*
aceites de árbol de té,
de eucalipto, *Spilanthes americana*
- Influenza virus A subtipo H₁N₁
aceites esencial de canela
- Virus dengue
Lippia origanoides
- Coronavirus SARS CoV-2**

148



149



150



151



152



153



154



155



156



157