

Investigación científica en agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe

Adrián G. Rodríguez
Laura E. Meza
Francisco Cerecera



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Investigación científica en agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe

Adrián G. Rodríguez
Laura E. Meza
Francisco Cerecera



Este documento fue preparado por Adrián Rodríguez, Jefe de la Unidad de Desarrollo Agrícola de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Laura Meza, Consultora de la Oficina Regional de la FAO, asociada al Grupo de Cambio Climático y Recursos Naturales, y Francisco Cerecera, Asistente de Investigación de la Unidad de Desarrollo Agrícola de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Los autores desean agradecer al personal de la Biblioteca de la CEPAL por el apoyo en las fases iniciales de la investigación y por facilitar el acceso a la base de datos SCOPUS. También se agradece el apoyo, en distintas etapas de la investigación, de Javier Meneses (CEPAL) y Meliza González (FAO), así como de Anaís Lamour y Mar Guinot (pasantes de la Unidad de Desarrollo Agrícola).

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

Índice

Resumen	9
I. Introducción.....	11
II. Agricultura y cambio climático	13
A. Cambio climático e innovación en la agricultura	13
B. Agricultura y cambio climático: una relación de doble vía	15
III. Metodología y datos.....	17
A. El análisis bibliométrico	17
1. La base de datos	17
2. Criterios de búsqueda y agrupaciones	18
3. Análisis descriptivo	20
B. El análisis de redes	20
1. Metodología	20
2. Organización de la base de datos	21
IV. Análisis descriptivo	25
A. América Latina y el Caribe en el contexto global	25
1. Volúmenes de producción científica.....	25
2. Multidisciplinariedad y colaboración	27
B. Producción científica en agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe	31
1. Panorama general	31
2. Distribución por disciplinas científicas y colaboración	32
3. Panorama sub-regional y por países	34
V. Análisis de redes.....	39
A. Redes de colaboración.....	39
1. Colaboración en la producción científica en agricultura.....	39
2. Colaboración en producción científica en agricultura y cambio climático	44
B. Redes de vínculos entre países y temas	51
1. Region Sur.....	51
2. Mesoamérica	52
3. Región Andina	53
4. Visión regional	54
C. Redes de relaciones temáticas	58
1. Temas de agricultura vs. temas de cambio climático	58

2.	Temas de agricultura vs. temas mixtos	59
3.	Temas de cambio climático vs. temas mixtos	60
4.	Análisis integrado de relaciones temáticas	61
VI.	Resumen e implicaciones para las políticas de investigación y desarrollo e innovación en agricultura y cambio climático	69
	Bibliografía	75
	Anexos	77
	Anexo 1 Aspectos metodológicos	78
	Anexo 2 Complemento estadístico	82
	Anexo 3 Gráficos complementarios	88
Cuadros		
CUADRO 1	AGRUPACIÓN DE LAS DISCIPLINAS CIENTÍFICAS (SCOPUS)	19
CUADRO 2	RESUMEN DE CÓDIGOS PARA LAS CATEGORÍAS DE PALABRAS CLAVE UTILIZADAS	23
CUADRO 3	26 TASAS DE CRECIMIENTO EN PUBLICACIONES CIENTÍFICAS, TOTAL, RELACIONADAS CON AGRICULTURA Y EN AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR PAÍSES Y REGIONES, 1990-2012	26
CUADRO 4	EL MUNDO Y AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INDICADORES DE COLABORACIÓN Y DE MULTIDISCIPLINARIEDAD EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR SUB-PERÍODOS	29
CUADRO 5	EL MUNDO Y AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INDICADORES DE COLABORACIÓN Y DE MULTIDISCIPLINARIEDAD EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR SUB-PERÍODOS	34
CUADRO 6	AMÉRICA LATINA: PAÍSES DE AFILIACIÓN DE LAS 25 PRINCIPALES INSTITUCIONES DE AFILIACIÓN DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS RELACIONADAS CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR SUBREGIÓN	38
CUADRO 7	AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE COLABORACIÓN EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA, POR SUBREGIONES	42
CUADRO 8	AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE COLABORACIÓN EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA, POR PAÍSES ...	44
CUADRO 9	REGIÓN SUR: INDICADORES DE LA RED DE COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES	46
CUADRO 10	MESOAMÉRICA: INDICADORES DE LA RED DE COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES	47
CUADRO 11	REGIÓN ANDINA: INDICADORES DE LA RED DE COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES	47
CUADRO 12	AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED DE COLABORACIÓN	50
CUADRO 13	AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE DENSIDAD Y DE CENTRALIDAD DE LA RED DE PAÍSES Y TEMAS, SUBREGIONES	50
CUADRO 14	REGIÓN SUR: INDICADORES DE LA RED DE PAÍSES - TEMAS	52
CUADRO 15	MESOAMÉRICA: INDICADORES DE LA RED DE PAÍSES - TEMAS	53
CUADRO 16	REGIÓN ANDINA: INDICADORES DE LA RED DE PAÍSES - TEMAS	54
CUADRO 17	AMÉRICA LATINA: 10 TEMAS MÁS IMPORTANTES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR SUBREGIÓN	55
CUADRO 18	AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED DE PAÍSES - TEMAS	57
CUADRO 19	AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE DENSIDAD Y DE CENTRALIDAD DE LA RED DE PAÍSES Y TEMAS, SUBREGIONES	57

CUADRO 20	AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED DE TEMAS	61
CUADRO 21	AMÉRICA LATINA: RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARÁCTERÍSTICAS DE LA RED CORRESPONDIENTE A LOS 10 TEMAS QUE DOMINAN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO (TEMAS ANCLA, TEMAS AGLUTINADORES Y CARACTERIZACIÓN).....	66
CUADRO A.1	DETALLE DE LOS TÉRMINOS UTILIZADOS EN LA BÚSQUEDA C3	78
CUADRO A.2	GRAMÁTICA SCOPUS PARA LA BUSQUEDA AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO C3	79
CUADRO A.3	CLASIFICACIÓN DE <i>KEYWORDS</i>	80
CUADRO A.4	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: 25 PRINCIPALES CENTROS DE AFILIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, 1990-2012	82
CUADRO A.5	CONO SUR: 25 PRINCIPALES CENTROS DE AFILIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, 1990-2012	83
CUADRO A.6	REGIÓN ANDINA: 25 PRINCIPALES CENTROS DE AFILIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, 1990-2012	83
CUADRO A.7	MESOAMÉRICA: 25 PRINCIPALES CENTROS DE AFILIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, 1990-2012	84
CUADRO A.8	AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED TEMÁTICA AGRICULTURA VS. CAMBIO CLIMÁTICO	85
CUADRO A.9	AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED TEMÁTICA AGRICULTURA VS. TEMAS MIXTOS	85
CUADRO A.10	AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED TEMÁTICA CAMBIO CLIMÁTICO VS. TEMAS MIXTOS	86
CUADRO A.11	AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED INTERTEMÁTICA CAMBIO CLIMÁTICO VS. AGRICULTURA VS. TEMAS MIXTOS	86

Gráficos

GRÁFICO 1	EL MUNDO: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO (SIN RESTRICCIONES POR ÁREAS TEMÁTICAS), POR PAÍSES Y SUB-PERÍODOS, 1990-2012.....	27
GRÁFICO 2	EL MUNDO: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO (CRITERIO 1A), POR DISCIPLINAS Y SUB-PERÍODOS, 1990-2012	28
GRÁFICO 3	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO (CRITERIO 1A), POR ÁREAS Y SUB-PERÍODOS, 1990-2012.....	28
GRÁFICO 4	PAÍSES SELECCIONADOS: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR ÁREAS, 1990-2012	30
GRÁFICO 5	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO...	31
GRAFICO 6	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR PAÍSES, 1990-2012	32
GRÁFICO 7	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR ÁREAS 1990-2012	33

GRÁFICO 8	AMÉRICA LATINA: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR ÁREAS Y SUBREGIONES Y PAÍSES, 1990-2012	35
GRÁFICO 9	AMÉRICA LATINA: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR SUBREGIONES Y ÁREAS, 1990-2012	36
GRÁFICO 10	AMÉRICA LATINA (PAÍSES SELECCIONADOS): DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR ÁREAS, 1990-2012.....	37
GRÁFICO 11	REGIÓN SUR (10 PRINCIPALES SOCIOS DE CADA PAÍS): REDES DE COLABORACIÓN EN PUBLICACIONES SOBRE AGRICULTURA	40
GRÁFICO 12	MESOAMERICA (10 PRINCIPALES SOCIOS DE CADA PAÍS): REDES DE COLABORACIÓN EN PUBLICACIONES SOBRE AGRICULTURA	41
GRÁFICO 13	REGIÓN ANDINA (10 PRINCIPALES SOCIOS DE CADA PAÍS): REDES DE COLABORACIÓN EN PUBLICACIONES SOBRE AGRICULTURA	42
GRÁFICO 14	AMÉRICA LATINA, 10 PRINCIPALES SOCIOS DE CADA PAÍS: REDES DE COLABORACIÓN EN PUBLICACIONES SOBRE AGRICULTURA	43
GRÁFICO 15	AMÉRICA DEL SUR: REDES DE COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	45
GRÁFICO 16	MESOAMERICA: REDES DE COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	46
GRÁFICO 17	REGIÓN ANDINA: REDES DE COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	48
GRÁFICO 18	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: REDES DE COLABORACIÓN EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	49
GRÁFICO 19	AMÉRICA DEL SUR: RELACIÓN ENTRE TEMAS Y PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	51
GRÁFICO 20	MESOAMERICA: RELACIÓN ENTRE TEMAS Y PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	52
GRÁFICO 21	REGIÓN ANDINA: RELACIÓN ENTRE TEMAS Y PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	54
GRÁFICO 22	AMERICA LATINA: RELACIÓN ENTRE TEMAS Y PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	56
GRÁFICO 23	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE TEMAS DE AGRICULTURA Y TEMAS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	58
GRÁFICO 24	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE TEMAS DE AGRICULTURA Y TEMAS MIXTOS EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	59
GRÁFICO 25	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE TEMAS DE CAMBIO CLIMÁTICO Y TEMAS MIXTOS EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	61
GRÁFICO 26	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN TEMÁTICAS (AGRICULTURA, CAMBIO CLIMATICO, TEMAS MIXTOS) EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	63

GRÁFICO 27	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: GRAFICO DE LOS VERTICES POR MOTIVO DE LAS RELACIONES TEMÁTICAS EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	64
GRÁFICO 28	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN DE LOS 10 PRINCIPALES TEMAS DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	65
GRÁFICO 29	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: GRAFICO DE LOS VERTICES POR MOTIVO DE LAS RELACIÓN TEMÁTICAS DE LOS 10 TEMAS QUE DOMINAN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	66
GRÁFICO A.1	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE TEMAS DE AGRICULTURA EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	88
GRÁFICO A.2	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE TEMAS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	88
GRÁFICO A.3	AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE TEMAS MIXTOS EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO	89
Diagramas		
DIAGRAMA 1	CRITERIOS DE BÚSQUEDA UTILIZADOS	19
DIAGRAMA 2	RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS ANALÍTICA	22

Resumen

El estudio analiza la producción científica en agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe, a partir de información derivada de la base de datos bibliométrica Scopus, durante el período 1990-2012. Está motivado por la relevancia de incluir en las agendas de investigación y desarrollo e innovación agrícola temas vinculados con la identificación de las mejores alternativas en el sector agrícola para la adaptación al cambio climático, para la reducción de gases de efecto invernadero y para la captura de estos. A partir de estadísticas descriptivas se presentan comparaciones con la producción científica global en agricultura y en agricultura y cambio climático, se analizan tendencias globales y regionales en los volúmenes de producción, así como en materia de colaboración y de multidisciplinariedad. Y utilizando técnicas de análisis de redes se examinan tendencias en colaboración y multidisciplinariedad a nivel subregional (Región Sur, Mesoamérica y Región Andina) y para el agregado regional, a partir de una base de datos creada específicamente para dicho propósito. Los resultados destacan: la importancia de promover una mayor colaboración entre los países de la región, pues ésta es baja, comparada con la colaboración que se da con países de la OECD extra regionales; y de promover y desarrollar agendas de investigación en agricultura y cambio climático que otorguen mayor relevancia a temas de adaptación, políticas, innovación, impactos y seguridad alimentaria, pues en la actualidad dichas agendas están fuertemente dominadas por temas relativos a la mitigación. Entre los temas a fortalecer se destaca la relevancia de la adaptación de sistemas productivos (incluyendo lo humano) vs. la adaptación de cultivos; tópicos de innovación y tecnologías para la adaptación y la mitigación; sinergias entre la mitigación y la adaptación; y aspectos relativos a tipos y rutas de adaptación, incluyendo conceptos tales como la adaptación incremental, sistémica y de transformación.

I. Introducción

El cambio climático es uno de los mayores retos que enfrenta actualmente la humanidad, pues sus impactos afectan prácticamente todos los ámbitos de la actividad humana. Es sin duda el mayor cambio ambiental global que enfrenta nuestro planeta, desde el último período glacial. Y por lo tanto, es el primero que le toca enfrentar a nuestra especie desde los albores de la civilización, con el desarrollo de la agricultura.

En el pasado la adaptación a los cambios en el clima, hayan sido estos globales o regionales, se dio de manera gradual, pues se trataba de cambios internos al sistema climático. En el caso de la agricultura las principales alternativas de adaptación fueron principalmente la domesticación de variedades animales y vegetales adaptadas a diferentes condiciones ambientales y de clima; el desarrollo del riego para suplir las deficiencias de agua; la fertilización (e.g. estiércol) para suplir deficiencias en la calidad de los suelos; y la rotación y combinación de cultivos para manejar los ciclos de nutrientes y darle descanso a los suelos. Los cambios climáticos también permitieron la expansión de las fronteras agrícolas. Y la innovación, mediante el desarrollo de nuevas herramientas y nuevos sistemas de cultivo, permitió incrementar la productividad agrícola, dadas las condiciones de agua, suelo y clima.

El proceso de cambio climático que enfrenta actualmente la humanidad es diferente, pues se origina fundamentalmente en acciones del hombre. Es un cambio climático que —además de posibles efectos internos al sistema climático— es originado por un incremento en la generación humana de gases de efecto invernadero que afecta el equilibrio entre la “radiación de onda corta” (la luz visible entrante del sol que absorbe la tierra) y la “radiación de onda larga” (la luz infrarroja que emite la tierra hacia el espacio (Donohoe, et al., 2014). Además, se trata de un proceso de cambio climático que podría poner en riesgo la capacidad de la humanidad para sobrevivir como lo ha hecho desde el origen de la civilización, con el desarrollo de la agricultura, hace más de 10 mil años.

Enfrentar el cambio climático demanda acciones en dos grandes frentes. Primero, en el ámbito de la mitigación, que implica la captura de gases de efecto invernadero y la reducción de las emisiones, de manera que se pueda estabilizar el nivel de emisiones acumulado en la atmósfera y eventualmente lograr su reducción. Y en el frente de la adaptación, ante la inevitabilidad de un cambio climático que ya se está dando y que se acentúa mientras no se limite la acumulación de gases de efecto invernadero a un “nivel seguro” que no amenace la supervivencia de la humanidad.

Por lo tanto, conocer los impactos del cambio climático; identificar alternativas para la adaptación, dados los impactos y los posibles escenarios de cambio en el clima; e identificar opciones de mitigación, para no sobrepasar los umbrales seguros para la humanidad, son factores esenciales que deben estar incluidos en cualquier agenda de investigación científica para enfrentar el cambio climático. El presente documento aborda esa temática para el caso de la relación entre agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe (ALC).

El documento se basa en un estudio de la producción científica sobre temas de agricultura y cambio climático, registrada en base de datos bibliométrica Scopus, en el período 1990-2012. El documento incluye cinco capítulos adicionales a la presente introducción.

En el Capítulo II se presentan algunos conceptos básicos sobre la relación entre agricultura y cambio climático. Se discute la importancia de la innovación en el desarrollo de la agricultura y en la adaptación a cambios climáticos; y se destaca la importancia de la doble relación entre agricultura y cambio climático que se establece en el proceso actual de cambios en el clima.

En el Capítulo III se discuten los principales aspectos relativos a la generación de los datos para la investigación y se presentan los elementos centrales del análisis bibliométrico y del análisis de redes, los dos principales enfoques metodológicos aplicados en el estudio.

En el Capítulo IV se presenta un análisis descriptivo de la producción científica registrada en la base de datos Scopus, sobre cambio climático y agricultura en ALC. Primero se analiza la situación de la región en el contexto mundial, en términos de volúmenes de producción científica y de aspectos de multidisciplinariedad y colaboración. Y a continuación se presenta un análisis más detallado para la región, destacando aspectos relativos a la multidisciplinariedad y la colaboración, con análisis por subregiones y por países. Los países se agrupan en tres subregiones: Región Sur (Argentina, Brazil, Chile, Paraguay y Uruguay); Región Andina (Colombia, Bolivia, Ecuador, Perú y Venezuela. Y Mesoamérica (países centroamericanos, México, Cuba y la República Dominicana).

El Capítulo V está dedicado al análisis de redes y se organiza en tres grandes apartados. El primero se dedica al análisis de redes de colaboración entre países, tanto en la producción científica sobre agricultura, como en la producción sobre agricultura y cambio climático. En análisis se presenta desagregado por subregiones y para el agregado regional. El segundo apartado analiza redes de vínculos entre países y temas, también por subregiones y a nivel regional. El último apartado analiza redes inter-temáticas. Los temas se agregan en tres grandes categorías: temas vinculados principalmente con agricultura; temas relacionados principalmente con cambio climático; y temas mixtos. Se analizan cuatro redes: a) temas de agricultura vs. temas de cambio climático; b) temas de agricultura vs. temas mixtos; c) temas mixtos vs. temas de cambio climático; y d) análisis integrado de relaciones temáticas en los tres grupos.

Finalmente, en el Capítulo VI se presenta un resumen de los principales resultados del estudio y de las implicaciones de estos para las políticas de investigación y desarrollo e innovación en agricultura y cambio climático.

II. Agricultura y cambio climático

A. Cambio climático e innovación en la agricultura

Desde sus inicios como actividad humana el desarrollo de la agricultura ha sido un proceso de adaptación a cambios en el clima. El desarrollo de la irrigación y de técnicas para manejar la inestabilidad en la disponibilidad de agua en las culturas de Mesopotamia y de la América precolombina son dos de los ejemplos más conocidos de adaptación de la agricultura a cambios en el clima desarrollados por civilizaciones antiguas.

La vinculación entre grandes cambios climáticos y la ocurrencia de revoluciones agrícolas ha sido postulada por estudiosos de la historia de la agricultura (e.g. Masoyer & Roudart, 2006; Diamond 2006; Baker, 1996). La primera gran revolución a partir de la cual se desarrolló nuestra civilización fue la revolución agrícola del neolítico, luego de la *última glaciación*, alrededor de 10.000–12.000 años AC. Esa revolución está asociada con el desarrollo de los primeros asentamientos humanos, a partir del tránsito desde una sociedad nómada recolectora a una sociedad agrícola.

Una segunda gran revolución agrícola se habría dado durante la edad media, entre alrededor de los años 600–800 DC y aproximadamente 1200 DC, coincidiendo con lo que se denomina el *óptimo climático medieval*. Existe consenso en que no se trató de un cambio climático de alcance global, pero el cambio sí está documentado para el hemisferio norte, sobre todo en Europa (Mann, 2002; Bradley 2003). Este cambio climático (de alcance regional) permitió la expansión de la frontera agrícola hacia el norte y se asocia con el desarrollo de herramientas (e.g. mejoras en el desarrollo del arado y de la tracción animal) y de métodos productivos (e.g. la rotación de cultivos), que permitieron incrementar significativamente los rendimientos. De hecho, Baker (1996) argumenta las únicas innovaciones significativas que se dieron en occidente durante la edad media, antes de la revolución industrial, se dieron en la agricultura.

Una tercera revolución agrícola identificada por Baker (1996), y referida principalmente a los Estados Unidos, estaría asociada con la introducción de la mecanización no animal y de los fertilizantes sintéticos durante las primeras décadas del siglo XX y se profundizaría a mediados de siglo con el desarrollo de variedades híbridas mejoradas. Desde el punto de vista climático esta

revolución estaría asociada a un incremento significativo de la variabilidad climática en el que se pueden identificar varios períodos anómalos¹: períodos climáticos hostiles hacia mediados de los años treinta (1934-1936), mediados de los años setenta (1974-1976) y finales de la década de los ochenta (1988); y un período benigno entre finales de los años cuarenta y principios de años setenta (con un óptimo entre 1952 y 1964). Baker (1976) argumenta que las grandes ganancias en productividad alcanzadas durante el período climático benigno de los años cincuenta y sesenta hicieron creer a muchos expertos que la tecnología había sido capaz de superar los efectos del clima sobre la agricultura. Según Baker (1976), el regreso de la inestabilidad climática a mediados de los años setenta estaría entre las causas de la crisis experimentada por la agricultura de los Estados Unidos durante los años ochenta². Además, esa inestabilidad —se podría argumentar— sería evidencia del proceso de cambio climático documentado por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático en sus cinco informes.

La cuarta revolución agrícola estaría en pleno proceso de desarrollo. En términos climáticos estaría motivada por una mayor variabilidad climática asociada al cambio climático. Y en materia tecnológica estaría asociada al desarrollo de ingeniería genética y de la biotecnología moderna, durante los años setenta. Los desarrollos en esos campos permitieron por primera vez “diseñar” variedades con características deseables desde el punto de vista de la productividad y adaptación a diferentes condiciones del clima. El desarrollo de variedades resistentes a los estreses hídricos (sequías, inundaciones) y de temperatura (mayores temperaturas promedio, menor rango entre temperaturas máximas y mínimas) y a pisos altitudinales diferentes de los originales es hoy una de las principales estrategias de adaptación de la agricultura al cambio climático que enfrentamos.

Los cambios climáticos asociados a las dos primeras revoluciones agrícolas (uno global; otro regional) pueden atribuirse a procesos internos al sistema climático, lo que se denomina variabilidad interna. Además, fueron cambios que favorecieron el desarrollo de la agricultura. Sin embargo, el cambio climático al que nos enfrentamos en la actualidad es de origen antropogénico, es externo al sistema climático, y se da con mayor velocidad e intensidad que los cambios climáticos asociados a la variabilidad interna. Y aunque puede ser beneficioso para algunos tipos de agricultura, dentro de ciertos rangos y en ciertas latitudes, es un cambio cuyos efectos adversos serán padecidos mayoritariamente por países ubicados en zonas tropicales y subtropicales, altamente vulnerables frente a fenómenos meteorológicos extremos (e.g. huracanes, inundaciones y sequías), y en donde generalmente los niveles de pobreza y de inseguridad alimentaria son elevados y los niveles de productividad en muchos sectores de la agricultura son bajos.

Por lo tanto, ya no se trata de adaptarse a la variabilidad originada en procesos naturales internos al sistema climático (variabilidad interna), que generalmente ocurren dentro de rangos manejables, se manifiestan de forma paulatina y son predecible con algún grado de certeza, con el nivel de conocimiento actual. Ahora se trata de cambios que pueden intensificar no solo las condiciones climáticas medias normales dentro de las que históricamente se ha dado el desarrollo de la agricultura, sino también la frecuencia y la magnitud de las variaciones extremas adversas, limitando las posibilidades de adaptación.

¹ La información climática utilizada por Baker se refiere al medio oeste de los Estados Unidos, que es la principal zona agrícola productora de granos y cereales en ese país.

² Otros factores incluyen el estallido de la “burbuja especulativa agrícola” que se creó durante los años setenta en los Estados Unidos, impulsada por la facilidad de endeudamiento para la compra de tierras e inversión en agricultura, los altos precios de los *commodities* agrícolas y el incremento de las exportaciones a Rusia. El embargo de los envíos de granos a Rusia primero y una política monetaria de incremento en las tasas de interés hizo explotar la burbuja, lo que llevó a muchos agricultores a la bancarrota y a la reducción en los precios de la tierra.

B. Agricultura y cambio climático: una relación de doble vía

La huella antropogénica del cambio climático que enfrenta actualmente la humanidad está asociada, fundamentalmente, a un paradigma energético basado en el uso de combustibles fósiles, a cambios en el uso de la tierra para el desarrollo de la agricultura, y a la intensificación de la urbanización. Para la agricultura esto genera un segundo tipo de vínculo con el sistema climático, además del vínculo histórico de la adaptación.

En el nivel primario ese nuevo vínculo está asociado a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas principalmente de los sistemas modernos de cultivo (en oposición a tracción humana y animal, y sistemas de irrigación a partir de los principios básicos de la mecánica hidráulica), al uso de fertilizantes sintéticos (comparado con la fertilización con excretas de los animales), al cambio de uso de la tierra para incrementar la producción para una población creciente, y a las emisiones de metano por el incremento en la demanda de proteína animal, asociado principalmente a la urbanización. El incremento de la urbanización implica también una desvinculación entre la producción y el consumo que da paso a nuevos procesos de transporte y transformación en los que también se generan gases de efecto invernadero (GIE). La disposición de los desechos creados al final de la cadena de consumo es una fuente adicional de GEI.

Por lo tanto, la agricultura no sólo debe enfrentar el reto de adaptarse al cambio climático; también tiene potencial para contribuir a la mitigación, mediante el secuestro de las emisiones de dióxido de carbono (e.g. sistemas agrosilvopastoriles) y la reducción de las emisiones de los GEI que se generan en la producción primaria (dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos). Y desde una perspectiva más amplia, mediante la reducción de las emisiones a lo largo de todo el sistema agroalimentario (producción primaria, transporte y transformación, consumo final).

La nueva relación que se establece entre el clima y la agricultura en los sistemas agrícolas modernos también crea relaciones importantes con otros sectores. Ya no es sólo la relación con la base de recursos naturales, especialmente el agua, el suelo y la (agro) biodiversidad, de los cuales depende para su desarrollo. Ahora también es fundamental la relación con los sectores socioeconómicos, que demandan sus productos para usos diversificados, como lo evidencia la discusión sobre los biocombustibles. A la producción de alimentos, fibras y forrajes ahora se agrega la producción de energía.

Cambios futuros en esos sectores, vinculados o no al cambio climático, también serán fundamentales para el desarrollo de la agricultura y la definición de su rol en las sociedades. Por ejemplo, procesos socioeconómicos, tales como cambios en patrones de consumo e incrementos en la capacidad de compra en países en desarrollo, tendrán una gran influencia en la definición de qué y cuánto se consume, así como de qué y dónde se produce, que se agregarían a los impactos previstos del cambio climático. De la misma manera, cambios en la composición de la matriz energética y en patrones de uso de energía (e.g., nuevas fuentes de energía, eficiencia energética), así como desarrollos en el ámbito de la ciencia y la tecnología, especialmente en el campo de la biotecnología, tendrán gran influencia en definir cómo, dónde y para qué se produce, y en (re) definir el rol de la agricultura en las sociedades (CEPAL-FAO-IICA, 2011).

III. Metodología y datos

El documento analiza la producción científica en temas de agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe, a partir de una combinación de las metodologías de análisis bibliométrico y análisis de redes.

A. El análisis bibliométrico

La bibliometría es una disciplina que se ha desarrollado considerablemente en los últimos años facilitada por el desarrollo de grandes bases de metadatos de publicaciones científicas. Estas bases de datos incluyen información de muy diversa naturaleza sobre las publicaciones, tales como el año de publicación, el país y la institución de afiliación de los autores, los ámbitos científicos a los que pertenecen las publicaciones y palabras claves para caracterizar los contenidos, entre otras muchas variables. El análisis bibliométrico no es más que análisis cuantitativo (e.g. estadístico, econométrico) a partir de dicha información.

1. La base de datos

Para el análisis presentado en este documento se trabajó con la base *SciVerse Scopus* de Elsevier Science (SCOPUS en lo que sigue), que es una de mayores bases de metadatos bibliográficos disponibles. Comparada con plataformas similares provee una mejor cobertura de publicaciones en idiomas diferentes del inglés³. El estudio se basa estadísticas de búsquedas para el período 1990-2012.

El enfoque utilizado asume que la cantidad de publicaciones científicas publicadas en revistas científicas con revisión por pares (*disciplinary peer-review journals*) por autores afiliados en un país determinado es una buena aproximación de la producción científica en dicha área en ese país. Por lo tanto, proponemos que la cantidad de publicaciones en los campos científicos de agricultura y ciencias biológicas (*agricultural and biological sciences*) y en veterinaria, indexadas en la base de datos SCOPUS: a) es una buena medida proxy del volumen y calidad de la producción científica en temas

³ Según Scopus Content Coverage Guide (2011), 21% de los títulos referenciados en esta base de datos son publicaciones en idiomas diferentes del inglés, o simultáneamente en inglés y otros idiomas.

relacionados con agricultura y cambio climático, y b) es un buen indicador de la investigación y desarrollo (I&D) e innovación que se desarrollan en esa área.

En la interpretación de los datos, por lo tanto, es importante tener algunas precauciones. Primero, desde el punto de vista de la *confiabilidad* somos conscientes de que hay un sesgo de selección en la escogencia de la base de datos; sin embargo, consideramos que es poco probable que esto influya en la naturaleza de los resultados. Esto es, dado el volumen de datos analizado consideramos que los resultados serían similares si se utiliza una base de datos con características similares.

Segundo —y contrario a nuestros supuestos—, podría argumentarse que los resultados presentan problemas de *validez*, en el sentido de que el análisis realizado no permite capturar adecuadamente los fenómenos que se quiere analizar. Esto es, que la producción científica en agricultura y cambio climático (a partir de los criterios que se indican más adelante) en revistas con revisión por pares no es una buena medida de la I&D en agricultura y cambio climático en un país determinado. Un argumento en este sentido es que los recursos dedicados a I&D en un país no se traducen en publicaciones científicas, ya sea porque no hay cultura de publicación por parte de la comunidad científica, porque publicar no es un requisito para obtener financiamiento, o porque se publica en revistas locales no indexadas internacionalmente. Sin embargo, consideramos que aunque ese puede ser el caso, la publicación en medios reconocidos por la comunidad científica debería ser un criterio para medir el volumen y la calidad de la I&D que se realiza en un país. También podría suceder que la investigación científica desarrollada en un país se financie principalmente mediante mecanismos de cooperación externa y no necesariamente sea el resultado de recursos nacionales dedicados a ello.

2. Criterios de búsqueda y agrupaciones

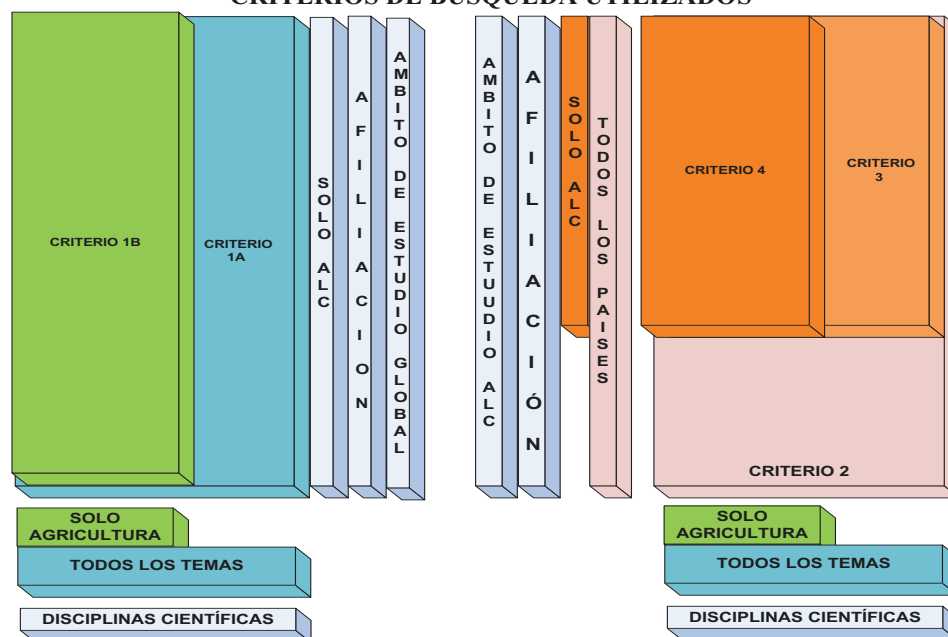
La plataforma SCOPUS permite obtener estadísticas detalladas para un conjunto amplio de variables. En nuestra investigación trabajamos con la información estadística de las siguientes cinco variables: a) *publicaciones por año*, para analizar tendencias; b) *publicaciones por áreas científicas*, para identificar los énfasis temáticos de la investigación; c) *publicaciones por país*, para identificar patrones de colaboración; y d) *publicaciones según afiliación* de los autores y por *revista*, para identificar elementos de concentración-dispersión en la producción científica.

Se realizaron búsquedas sobre agricultura y cambio climático a partir de los siguientes criterios alternativos (diagrama 1):

- i) Criterio 1a: agricultura y cambio climático con autores afiliados en países de América Latina, todas las disciplinas
- ii) Criterio 1b: agricultura y cambio climático con autores afiliados en países de América Latina, restringido a las áreas de agricultura y ciencias biológica y veterinaria.
- iii) Criterio 2: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina, todas las disciplinas, sin restringir por país de afiliación.
- iv) Criterio 3: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina, con autores afiliados en países de ALC, sin restricción por disciplinas (subconjunto del Criterio 2).
- v) Criterio 4: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina, con autores afiliados en ALC, restringido a las áreas de agricultura y ciencias biológica y veterinaria (subconjunto del Criterio 3).

Los criterios 1a y 1b permiten hacer comparaciones con búsquedas globales o con búsquedas con autores afiliados en países fuera de la región. El Criterio 2 es el más amplio sobre producción científica en agricultura y cambio climático relacionada con América Latina y el Caribe, en tanto que el Criterio 4 es el más restringido.

DIAGRAMA 1
CRITERIOS DE BÚSQUEDA UTILIZADOS



Fuente: elaboración propia.

Los datos por disciplina científica se presentan agrupados según se indica en el cuadro 1. En lo que sigue se habla indistintamente de “agricultura” o “relacionado con agricultura” para hacer referencia a la agrupación de agricultura y ciencias biológica con veterinaria.

CUADRO 1
AGRUPACIÓN DE LAS DISCIPLINAS CIENTÍFICAS (SCOPUS)

Disciplinas científicas en SCOPUS	Agrupaciones
Agricultura y ciencias biológicas; veterinaria	Agricultura, ciencias biológicas y veterinaria (Agricultura o relacionado con agricultura) (AGRI)
Odontología; profesiones de la salud; medicina; enfermería, farmacología; toxicología y farmacia; inmunología y microbiología; neurociencia y psicología	Ciencias de la salud (CSAL)
Bioquímica; genética y biología molecular	Ciencias de la vida interdisciplinarias (CVID)
Energía; ciencias ambientales; ciencias planetarias y de la tierra	Energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra (ECAM)
Matemática; física y astronomía; química	Matemática y ciencias físicas (MCFS)
Ingeniería química; ciencias de la computación; ciencias de la decisión; ingeniería; ciencia de los materiales.	Ingeniería y ciencias de la computación, de la decisión y de los materiales (INGE)
Artes y humanidades; negocios, gerencia y contabilidad; economía; econometría y finanzas; ciencias sociales; multidisciplinarias	Campos socio-económicos (SOCIO)

Fuente: elaboración propia.

En la agrupación propuesta la categoría de interés primario es “agricultura”. La categoría de “ciencias de la vida interdisciplinarias” (bioquímica, genética y biología molecular) se considera un área puente entre la investigación en ciencias biotecnológicas y la investigación en agricultura. Este es

un conjunto de áreas relevantes para el desarrollo de soluciones biotecnológicas para enfrentar el cambio climático en la agricultura, tanto en adaptación (por ejemplo, el desarrollo de variedades mejoradas genéticamente para enfrentar el estrés hídrico), como en mitigación (por ejemplo, agricultura baja en carbono). La categoría “ingeniería y ciencias de la computación, de la decisión y de los materiales” se considera un área puente entre las áreas de ciencias aplicadas tanto con la agricultura como con las áreas de “energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra”. Se trata de un conjunto de disciplinas aplicadas de relevancia para las soluciones tecnológicas al cambio climático en la agricultura (por ejemplo, sistemas de monitoreo, micro riego, agricultura de precisión). Y el área que agrupa “energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra” es importante para el abordaje de temas ambientales dentro de la agricultura.

3. Análisis descriptivo

SCOPUS genera estadísticas resumen para un conjunto amplio de variables, tales como artículos por año, países e institución de afiliación de los autores, áreas temáticas en las que se clasifica cada artículo, y nombres de las revistas de publicación entre otros. A partir de esa información se generan análisis comparativos entre América Latina y el Caribe y el resto del mundo, para búsquedas sobre producción científica global, producción científica en agricultura y para las búsquedas con los criterios alternativos sobre agricultura y cambio climático. Esta información se presenta en el capítulo IV.

La información derivada de las estadísticas resumen también permiten generar indicadores de colaboración y de multidisciplinariedad, pues todas las publicaciones de interés son clasificadas al menos en un área científica, y pueden tener autores afiliados en un solo país o en varios. Esto resulta en tres datos del número de publicaciones. El primero es el número real de publicaciones, que se obtiene de la búsqueda por año (valor neto); los totales segundo y tercero son valores brutos, pues una publicación puede contabilizarse más de una vez si se ubica en más de un área científica (total bruto por área) o tiene autores afiliados en más de un país (total bruto por país).

El indicador de multidisciplinariedad se obtiene como la relación entre el número bruto de publicaciones por área científica y el número neto; el indicador de colaboración resulta de la relación entre el número bruto de publicaciones por país y el número neto.

En la presentación gráfica los datos de las distribuciones relativas se presentan respecto del total neto de publicaciones, por lo que generalmente la suma será superior al 1. Cuanto mayor el valor mayor la multidisciplinariedad (e.g. un valor de 1,8 indica que en promedio cada artículo se ubica en 1,8 disciplinas científicas) y mayor la colaboración entre países (e.g. un valor de 1,8 indica que cada artículo tiene afiliados autores en 1,8 países).

B. El análisis de redes

1. Metodología

La metodología de análisis de redes permite establecer relaciones entre pares de datos de interés. En nuestro caso nos permite identificar tres tipos de relaciones de interés, o redes: a) relaciones entre áreas temáticas (redes inter-temáticas); b) relaciones de colaboración entre países (redes de colaboración); y c) relaciones entre países y áreas temáticas (redes de especialización).

Para el análisis se utilizó el software de acceso libre NodeXL, desarrollado por Network Graphs – The Social Media Research Foundation (<http://nodexl.codeplex.com>). NodeXL es una plantilla desarrollada en Excel que genera gráficos de redes a partir de diferentes algoritmos, así como estadísticas de redes, especialmente medidas de centralidad y de asociación.

Las dos principales medidas consideradas en el análisis son las siguientes:

- i) Centralidad de grado (*degree centrality*). Es una medida de la importancia de los nodos y se mide por la cantidad de vínculos que tiene un nodo determinado. Se puede medir centralidad hacia adelante (*out-degree*, nodos hacia los cuales tiene conexiones) y centralidad hacia atrás (*in-degree* nodos que se le conectan). Generalmente nos referiremos a esta medida en términos del número de conexiones (conexiones entre temas, conexiones entre países, conexiones entre países y temas).
- ii) Centralidad entre nodos (*betweenness centrality*). Es un indicador del grado de centralidad que tiene un nodo en una red. Un nodo con una medida alta en este indicador es uno que se ubica en medio de una gran proporción de vínculos entre nodos en la red.
- iii) *PageRank*. Es una medida introducida por Larry Page, uno de los fundadores de Google, para clasificar sitios web según su importancia, asignándoles valores numéricos. En nuestro caso el índice PageRank es una medida de la importancia de los elementos que confirman la red que se está analizando. Cada vínculo de un nodo A a un nodo B es contabilizado con “un voto” del nodo A al nodo B; y votos emitidos por nodos más importantes tienen un valor mayor.

Para la visualización de las relaciones se utilizan principalmente los gráficos a partir del algoritmo de Fruchterman-Reingold (F-R). Estos gráficos permiten identificar visualmente los principales elementos de la red: a) la importancia de las relaciones entre nodos, a partir del grosor de las líneas que los unen; y b) importancia de los nodos, a partir de su tamaño (ver sección V).

Los algoritmos de graficación se basan en diferentes criterios para agrupar los nodos y las relaciones entre ellos. El algoritmo F-R (Fruchterman & Reingold, 1991) pertenece a una familia de algoritmos en la cual los nodos se atraen y repelen a partir de fuerzas y se les denomina basados en, o dirigidos por fuerzas (*force directed*). El algoritmo F-R se basa en dos fuerzas⁴: a) fuerzas de atracción entre nodos conectados; y b) fuerzas de repulsión entre nodos no conectados. En nuestro caso el algoritmo se aplica sobre una base de datos de conceptos semánticos que pueden representar nombres de países, disciplinas científicas y palabras clave asociadas a cambio climático y agricultura.

El algoritmo de F-R se puede utilizar para ilustrar visualmente las principales características de las redes (temáticas, de colaboración), así como para un análisis más detallado del contenido de las mismas.

2. Organización de la base de datos

El contenido de los *keywords* en las búsquedas provee la “materia prima” para la selección de los artículos a incluir en la base para el análisis de redes. Por lo tanto, se incluyó un número amplio de *keywords* con el objetivo de capturar la mayor variabilidad semántica de los conceptos, lo cual es un criterio deseable en toda búsqueda semántica (e.g. Deerwester, 1990). En una primera fase, luego de la búsqueda original, se identificaron *keywords* que aparecieron con poca frecuencia, a la vez que se incluyeron nuevas *keywords* que aparecieron con mayor frecuencia y que no habían sido incluidas en el código original (búsqueda original).

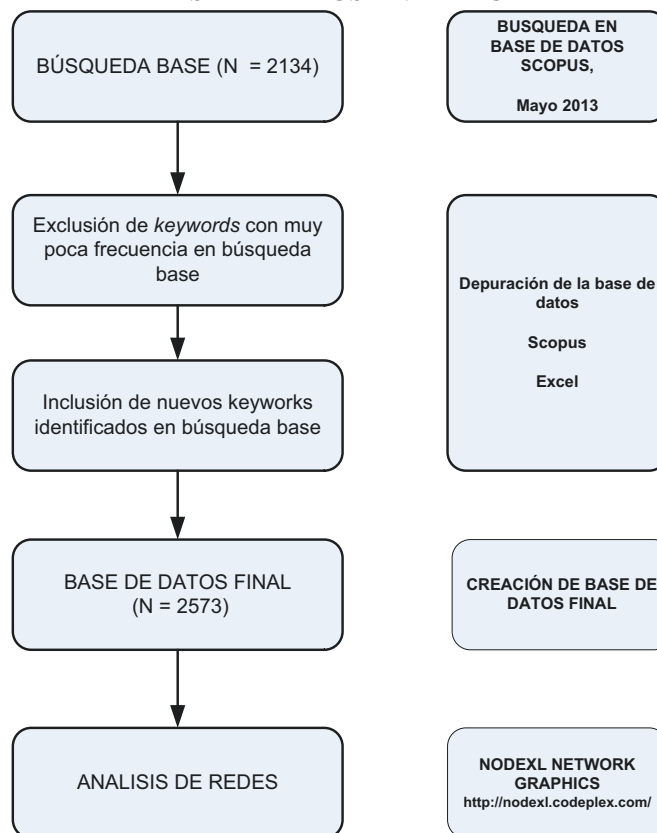
El código original corresponde a la búsqueda Criterio 3, que se refiere a artículos científicos contenidos en la base Scopus, publicados entre 1990 y 2012, sobre agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe, con al menos un autor afiliado en algún país de la región y sin

⁴ Fruchterman y Reingold (1991) asumen que los nodos son una colección de anillos cargados eléctricamente que se encuentran conectados mediante enlaces, de manera que cada dos nodos: a) se produce un rechazo entre sí, mediante una fuerza repulsiva, si los nodos no están conectados entre sí; y) los nodos que están conectados entre sí por un enlace (nodos adyacentes) son atraídos entre sí, por una fuerza atractiva.

restricciones por área temática. El detalle y clasificación de los términos utilizados se presenta en el Cuadro A.1 en el anexo estadístico y el detalle de la gramática scopus se presenta en el anexo 1.

A partir de los resultados obtenidos con la búsqueda original se establecieron tres nuevos conjuntos de datos: a) código original excluyendo *keywords* no encontradas con dicho código; b) código original incluyendo nuevas *keywords* consideradas relevantes; y c) código original menos *keywords* no encontrados en el análisis de contenido original (a) más nuevas *keywords* consideradas relevantes (b). A partir del análisis de este nuevo conjunto censal se procedió a construir la base de datos final que sirve de base para el análisis de contenido. El diagrama 2 detalla el procedimiento descrito.

**DIAGRAMA 2
RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN
DE LA BASE DE DATOS ANALÍTICA**



Fuente: elaboración propia.

La base de datos final contiene 2575 registros y 370 *keywords*, que fueron clasificadas en 31 categorías y tres grandes agrupaciones: a) tópicos relacionados con agricultura; b) tópicos relacionados con cambio climático; y c) tópicos mixtos. El anexo 1 presenta el detalle de la clasificación de los *keywords*; el cuadro 2 resume los códigos utilizados y el número de artículos identificados en cada caso.

La relación entre agricultura y cambio climático puede establecerse directamente a partir de las relaciones entre los temas relacionados con agricultura y los temas relacionados con cambio climático (por ejemplo cultivos con emisión de GEI), o a través de los temas mixtos (por ejemplo (cultivos – prácticas de manejo con cambio de uso de la tierra – emisión de GEI).

CUADRO 2
RESUMEN DE CÓDIGOS PARA LAS CATEGORÍAS DE PALABRAS CLAVE UTILIZADAS
(Número de artículos)

Relacionados con agricultura		Relacionados con cambio climático		Temas mixtos	
AE	Agroecosistemas (107)	AD	Adaptación (61)	BD	Biodiversidad (374)
AG	Agricultura (323)	CA	Carbono (331)	EC	Temas económicos (133)
AP	Prácticas agrícolas (141)	CC	Cambio climático (288)	EN	Energía (107)
AS	Sistemas agrícolas (117)	CV	Variabilidad climática (292)	IM	Impactos (248)
AY	Rendimientos agrícolas, rendimientos de cultivos (125)	GG	Gases Efecto Invernadero (421)	IN	Innovación, nuevas tecnologías (35)
CR	Cultivos (291)	GW	Calentamiento global (150)	MD	Modelamiento, modelage (146)
FD	Alimentos (55)	MT	Mitigación (98)	LC	Cambio de uso de la tierra (436)
LV	Ganadería (122)			LN	Tierra (genérico) (27)
				MP	Prácticas de manejo (520)
				LU	Uso de la tierra (360)
				PO	Políticas públicas (41)
				RK	Riesgo (46)
				SA	Aspectos sociales (226)
				SO	Suelo, suelos (693)
				WS	Desperdicios, residuos (129)
				WT	Agua (100)

Fuente: elaboración propia.

IV. Análisis descriptivo

A. América Latina y el Caribe en el contexto global

1. Volúmenes de producción científica

El número total de publicaciones científicas en el mundo creció a una tasa promedio anual de 5,2% entre 1990 y 2012, con tasas de crecimiento de 7,7% en las publicaciones relacionadas con agricultura y de 14,8% en las relacionadas con agricultura y cambio climático. Ese mismo patrón (mayor en agricultura que el total y mayor en agricultura y cambio climático que en agricultura) se presenta en la mayoría de países y regiones analizados⁵ (cuadro 3).

Las tasas de crecimiento de América Latina y el Caribe son mayores que las correspondientes al total global (12,8% en el total, 16,6% en agricultura y 20,6% en agricultura y cambio climático) y también superan a las de la mayoría de países de la OECD considerados (Australia y Nueva Zelanda, Canadá, Francia, Alemania, Japón, Holanda, Reino Unido y Estados Unidos). Las mayores tasas de crecimiento en la producción científica en agricultura se presentan en China (23,7%), Korea del Sur (23,4%), seguidos por América Latina y el Caribe (16,6%). En los tres casos, sin embargo, los valores de partida son considerablemente bajos.

Las tasas de crecimiento de América Latina en el total, en agricultura y en agricultura y cambio climático son elevadas, aunque en todos los casos bastante menores que las correspondientes a la República Popular China, que puede tomarse como referente de comparación para la región, entre los países emergentes.

Un elemento notable es la caída que presentan las tasas de crecimiento de la producción científica en agricultura entre la década de los noventa y la primera mitad de la década anterior, por debajo de la tasa de crecimiento del total de publicaciones. La única excepción notable es China, en donde la tasa de crecimiento en agricultura (37,9%) supera a la tasa total (28,5%) y se incrementa respecto de la década de los noventa (22,7%). Las tasas de crecimiento en agricultura y cambio

⁵ Los países incluidos en el cuadro 3 fueron seleccionados por su importancia en la producción científica en agricultura.

climático también tienden a caer durante la primera mitad de la década anterior respecto de los noventa, aunque la tendencia es menos generalizada que en las publicaciones en agricultura.

CUADRO 3
TASAS DE CRECIMIENTO EN PUBLICACIONES CIENTÍFICAS, TOTAL, RELACIONADAS
CON AGRICULTURA Y EN AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO,
POR PAÍSES Y REGIONES, 1990-2012
(Tasas de crecimiento promedio acumulativas anuales, por sub-periodos)

Países y regiones	1990-2012			1990-2000			2000-2005			2005-2012		
	Total	Agricultura	Agric. y cambio climático	Total	Agricultura	Agric. y cambio climático	Total	Agricultura	Agric. y cambio climático	Total	Agricultura	Agric. y cambio climático
Total	5,2	7,7	11,9	4,2	9,2	11,7	7,8	5,4	11,4	4,7	7,3	12,4
ALC	12,8	16,6	19,3	15,6	21,9	23,7	10,7	9,5	15,4	10,4	14,4	16,0
República Popular China	19,7	23,7	31,4	19,6	22,7	40,9	28,5	37,9	32,6	14,0	15,8	18,1
Australia y Nueva Zelanda	8,8	9,9	17,6	9,4	14,9	19,1	9,7	4,5	14,9	7,2	7,0	17,4
Canadá	6,2	8,5	12,9	5,8	12,0	13,2	9,9	5,6	15,5	4,3	5,6	10,6
Francia	5,7	8,7	13,6	6,6	13,1	15,9	6,0	3,1	9,7	4,1	6,7	13,1
Alemania	5,9	9,3	12,5	7,1	12,7	14,9	6,8	6,0	9,2	3,6	7,0	11,6
Japón	4,2	8,5	11,1	6,8	16,4	17,1	4,5	3,3	8,3	0,6	1,5	5,0
India	10,5	11,7	17,7	7,9	15,6	20,2	10,8	6,8	9,7	14,3	9,9	20,0
Italia	6,3	11,9	15,3	6,0	17,1	15,8	8,0	7,4	12,4	5,6	8,0	16,6
Holanda	6,3	7,6	14,1	6,0	9,5	13,9	8,3	3,8	16,4	5,4	7,6	12,8
Corea del Sur	18,3	23,4	17,7	26,0	32,4	18,4	16,3	18,7	18,1	9,6	14,8	16,6
España y Portugal	10,1	14,0	19,9	11,0	19,7	22,8	10,8	8,7	18,6	8,3	10,1	16,7
Reino Unido	5,4	7,6	13,4	6,3	12,1	16,9	5,5	3,0	6,7	3,9	4,8	13,5
Estados Unidos	4,6	7,6	10,6	4,6	10,7	11,3	7,2	5,2	10,0	2,6	5,0	9,9

Fuente: SCOPUS.

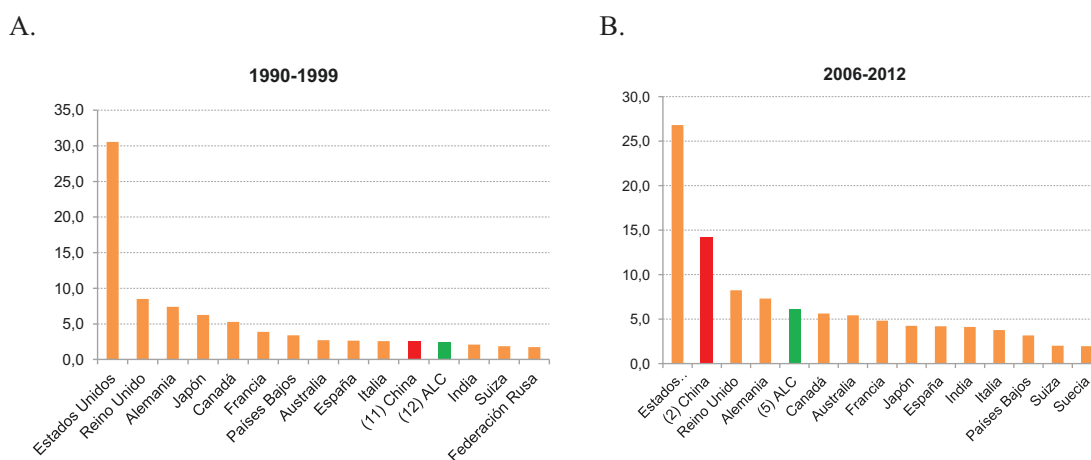
A partir de mediados de la década pasada en un número importante de países se recupera el ritmo de crecimiento de la producción científica, tanto en agricultura como en agricultura y cambio climático. Esta tendencia se observan en países emergentes (América Latina y el Caribe e India), en países europeos (Francia, Alemania, Italia, Holanda y el Reino Unido), así como en Australia y Nueva Zelanda. Por el contrario, las tasas de crecimiento del total de publicaciones y de publicaciones en agricultura y en agricultura y cambio climático se desaceleran en la RP China, Canadá, Japón, Corea del Sur y Estados Unidos. Es notable, sin embargo, que las tasas de la RP China y de Corea del Sur, aunque caen, siguen estando entre las más elevadas (cuadro 3).

Las mayores tasas de crecimiento en la producción científica sobre agricultura y cambio climático se presentan en la RP China (35,5% en 1990-2012), sobre todo en la década de los noventa (44,2%). Considerando el total del período de análisis también son notables (mayores al 20%) las tasas

de crecimiento en América Latina y el Caribe, en Francia, India, España y Portugal, y en Corea del Sur (cuadro 3).

Las elevadas tasas de crecimiento de la producción científica en agricultura y cambio climático en la RP China y en ALC se reflejan en el incremento en su posición relativa en el contexto global. Durante los noventa la región se ubicaba en el lugar 12 y pasa al lugar 5 en 2006-2012. Por su parte, China sube del lugar 11 en los noventa al segundo lugar en 2006-2012, siendo superada únicamente por los Estados Unidos (gráfico 1).

GRÁFICO 1
EL MUNDO: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO (SIN RESTRICCIONES
POR ÁREAS TEMÁTICAS), POR PAÍSES Y SUB-PERÍODOS, 1990-2012
(Porcentajes en cada sub-período)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

El ascenso de la RP China y de ALC a la lista de los 10 principales productores de publicaciones científicas en agricultura y cambio climático entre los noventa y la segunda mitad de la década anterior se da a expensas de Holanda (baja del lugar 7 al lugar 13) y de Italia (baja del lugar 10 al lugar 12). Otros cambios relevantes de posición relativa son los de Japón (de 4 a 9) y de Francia (de 6 a 8).

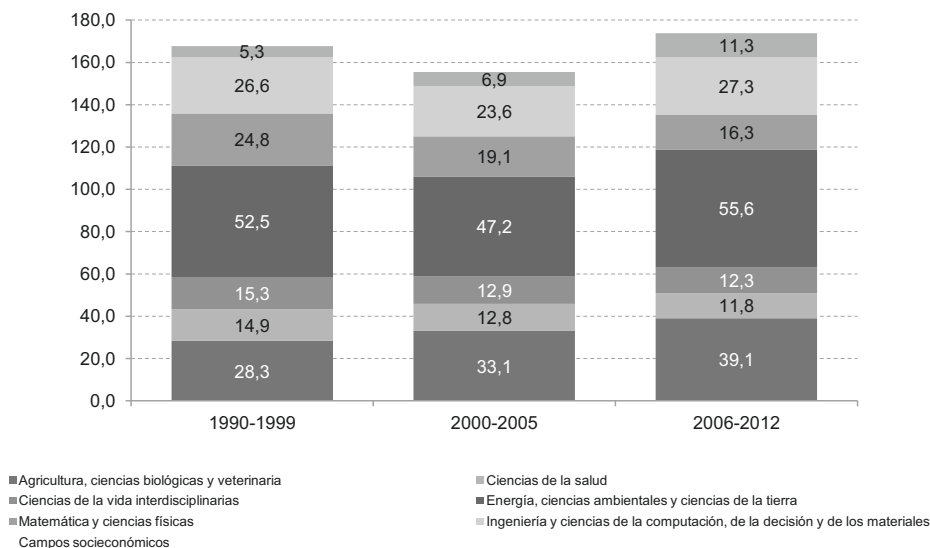
2. Multidisciplinaria y colaboración

En el ámbito global es notable la caída en multidisciplinaria que se da en la producción científica en agricultura entre los noventa (1,68 áreas temáticas por artículo) y la primera mitad de la década anterior (1,56 por artículo) (gráfico 2).

Tres grupos de disciplinas científicas son de interés desde el punto de vista de la interdisciplinaria: a) ciencias de la vida interdisciplinarias (bioquímica, genética y biología molecular), por tratarse de disciplinas básicas que establecen puentes entre las ciencias biotecnológicas y la agricultura; b) “ingeniería y ciencias de la computación, de la decisión y de los materiales”, por ser áreas que vinculan ciencias aplicadas tanto con la agricultura como con las áreas de “energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra”; y c) energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra, por el vínculo con la temática de cambio

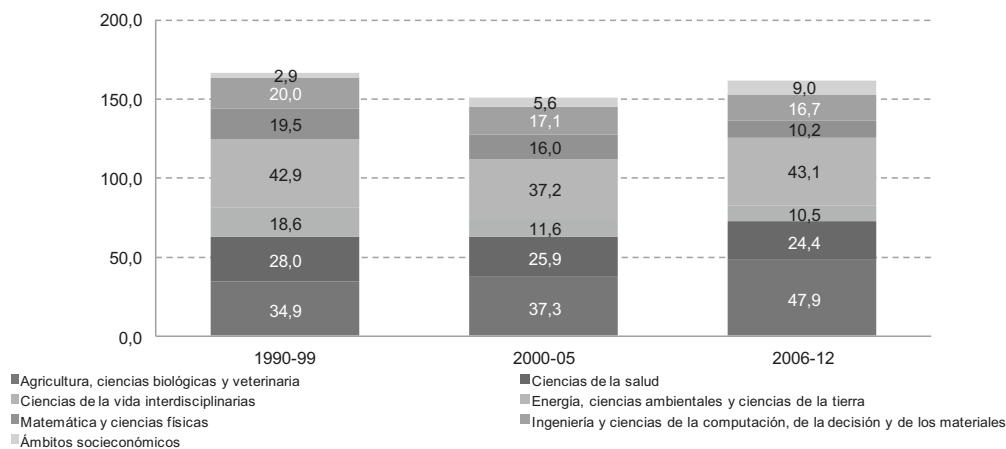
climático. Estos elementos (sobre todo los dos primeros) son relevantes también para el desarrollo de una agenda científico-tecnológica orientada por el paradigma de la convergencia tecnológica.

GRÁFICO 2
EL MUNDO: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO (CRITERIO 1A),
POR DISCIPLINAS Y SUB-PERÍODOS, 1990-2012
(Porcentajes del total de publicaciones en agricultura y cambio climático en cada período)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

GRÁFICO 3
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN
CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO
(CRITERIO 1A), POR ÁREAS Y SUB-PERÍODOS, 1990-2012
(Porcentajes del total de publicaciones en agricultura y cambio climático en cada período)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

Las reducciones en multidisciplinariedad que se dan en el ámbito global entre 1990-1999 y 2000-2005 se presentan en todas los grupos de áreas temáticas, excepto los campos socioeconómicos, con las caídas más importantes en el *cluster* de energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra vida (del 52,5% al 47%) y el de ingenierías, ciencias de la computación, ciencias de la decisión y ciencia de los materiales (de 26,6% a 23,6%). Y también hay una caída importante en matemática y ciencias físicas (de 24,8% al 19,1%) (gráfico 4a).

En el período 2006-2012 la multidisciplinariedad se vuelve a incrementar (a 1,74 áreas temáticas por artículo), con incrementos importantes en los *clusters* de energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra (47,2% a 55,6%), e ingenierías, ciencias de la computación, ciencias de la decisión y ciencia de los materiales (de 23,6% a 27,3%), así como en disciplinas socioeconómicas (de 6,9% a 11,3%) (gráfico 2 y cuadro 4).

CUADRO 4
EL MUNDO Y AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INDICADORES DE COLABORACIÓN Y DE MULTIDISCIPLINARIEDAD EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR SUB-PERÍODOS, PAÍSES Y DISCIPLINAS POR ARTÍCULO

Indicador	1990-2012	1990-1999	2000-2005	2006-2012
Global (Criterio 1a)				
Países por artículo	1,24	1,01	1,20	1,32
Disciplinas por artículo	1,68	1,68	1,56	1,74
América Latina y el Caribe (Criterio 1a)				
Países por artículo	1,76	1,53	1,63	1,82
Disciplinas por artículo	1,60	1,67	1,51	1,62

Fuente: elaboración propia.

La situación en América Latina guarda bastante relación con la situación global (gráfico 3 y cuadro 4). El orden de importancia de los grupos de disciplinas es similar al ámbito global, con los porcentajes más importantes en los *cluster* de energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra y de ingenierías, ciencias de la computación, ciencias de la decisión y ciencia de materiales; y los porcentajes más bajos en los ámbitos socioeconómico y de las ciencias médicas. Además, las direcciones de los cambios en los porcentajes de los diferentes grupos de disciplinas son también bastante similares comparado con lo que ocurre en el ámbito global (gráficos 2 y 3). Y también en este caso la interdisciplinariedad se reduce entre los noventa (1,67 disciplinas por artículo) y 2000-2005 (1,51 disciplinas por artículo) y se vuelve a incrementar en 2006-2012 (1,62 disciplinas por artículo).

La principal diferencia con la situación global es el mayor porcentaje de artículos únicamente en el ámbito de la agricultura, alcanzando casi 50% en 2006-2012. Por el contrario, los porcentajes de la región en dos de los tres grupos temáticos de interés (ámbito de ingenierías y ámbito ambiental) son menores que a nivel global.

Los datos presentados en esta sección corresponden a búsquedas de temas de agricultura y de cambio climático, sin restricción por áreas temáticas (Criterio 1a). Estos indican que tanto en el ámbito global como en la región la mayor parte de los artículos identificados, aunque cumplen con el requisito de incluir temas de agricultura y cambio climático, no están directamente relacionados con agricultura; sin embargo, dicho porcentaje se ha incrementado en ambos casos (gráficos 2 y 3).

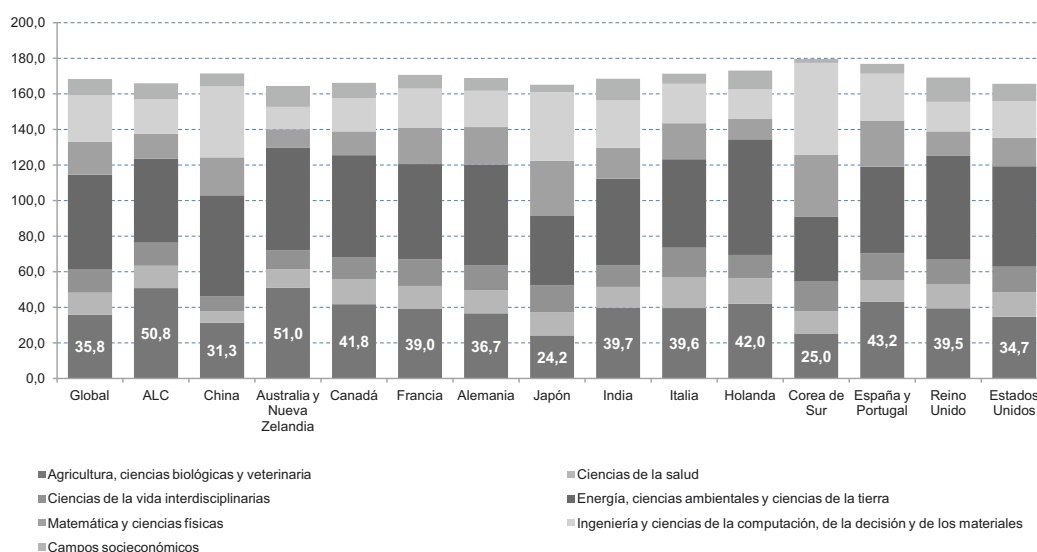
Para profundizar el análisis de la multidisciplinariedad, en el gráfico 4 se presenta la distribución por áreas temáticas de la producción científica en agricultura y cambio climático de América Latina y el Caribe y un grupo de países desarrollados y emergentes de interés.

En materia de publicaciones junto con el grupo de ingenierías, ciencias de la computación, ciencias de la decisión y ciencia de los materiales (de relevancia para soluciones tecnológicas) destacan claramente tres países asiáticos: Corea del Sur (51,8%), China (39,9%) y Japón (38,4%).

En términos de publicaciones con el grupo de energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra (vínculo más directo con el tema de cambio climático) destacan principalmente países desarrollados: Holanda (65,0%), Reino Unido (58,0%), Australia y Nueva Zelanda (57,8%), Canadá (57,2%) y Estados Unidos (56,5%). Algunos de esos países tienen una larga tradición de investigación agrícola (e.g. Holanda, Estados Unidos) y otros también destacan como potencias agroexportadoras (Australia y Nueva Zelanda y Canadá) o son reconocidos por su liderazgo en materia de investigación sobre cambio climático (Australia y Nueva Zelanda, Estados Unidos).

En lo relativo a publicaciones asociadas al grupo de ciencias de la vida interdisciplinarias (puente con las ciencias biotecnológicas) hay una mezcla de países asiáticos (Corea, 16,6%; Japón, 15,1%) y europeos (Italia, 16,9%; España y Portugal, 15,2%; Francia, 14,9%), junto con los Estados Unidos (14,4%) y el Reino Unido (14,2%).

GRÁFICO 4
PAÍSES SELECCIONADOS: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR ÁREAS, 1990-2012
(Porcentajes del total de publicaciones en agricultura y cambio climático en cada país)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

De lo anterior destacan los posicionamientos de Corea y Japón en términos de la proporción de publicaciones sobre temas de agricultura y cambio climático junto con disciplinas en los dos grupos de áreas puente. En Corea el porcentaje es 68,4% y en Japón 53,5%.

Finalmente, la mayor proporción de publicaciones asociadas a disciplinas científicas relacionadas directamente con la agricultura se presenta en Australia y Nueva Zelanda (51%), América Latina y el Caribe (50,8%), Holanda (42,0%), Canadá (41,8%) y España y Portugal (43,2%), mientras que los porcentajes más bajos se presentan en Japón (24,2%), Corea (25,0%) y China (31,3%).

Lo anterior permite identificar un grupo de países con una agenda de investigación en agricultura y cambio climático con fuerte vinculación entre temas de agricultura y de ciencias ambientales. Ese es el caso de Australia y Nueva Zelanda, en donde un 108,8% de las publicaciones científicas en temas de agricultura y cambio climático tiene como disciplina científica la agricultura o un área vinculada a la energía, ciencias ambientales o ciencias de la tierra. Lo mismo sucede en Holanda (107,0%).

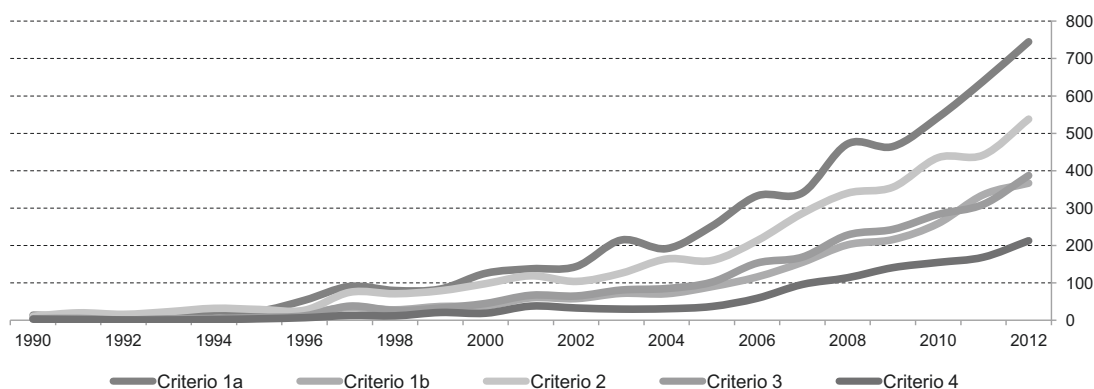
En términos de colaboración la tendencia es al incremento sostenido. En el ámbito global se pasa de aproximadamente un país de afiliación por artículo en la década de los noventa a 1,2 en la primera mitad de la década anterior y a 1,3 en el subperíodo más reciente. En América Latina y el Caribe la tendencia es similar y los niveles de colaboración son mayores que a nivel global, pasándose de 1,5 países por artículo en la década de los noventa a 1,8 en 2006-2012 (cuadro 4).

B. Producción científica en agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe

1. Panorama general

Cualquiera sea el criterio con el que se evalúe, la producción científica relacionada con agricultura y cambio climático en la región se ha incrementado de manera sostenida durante las últimas dos décadas (gráfico 5). Además, se pueden identificar dos momentos significativos de inflexión al alza, uno ligero a mediados de la década de los noventa; y el otro, muy significativo, a mediados de la década anterior.

GRÁFICO 5
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO
(Número de publicaciones por año)

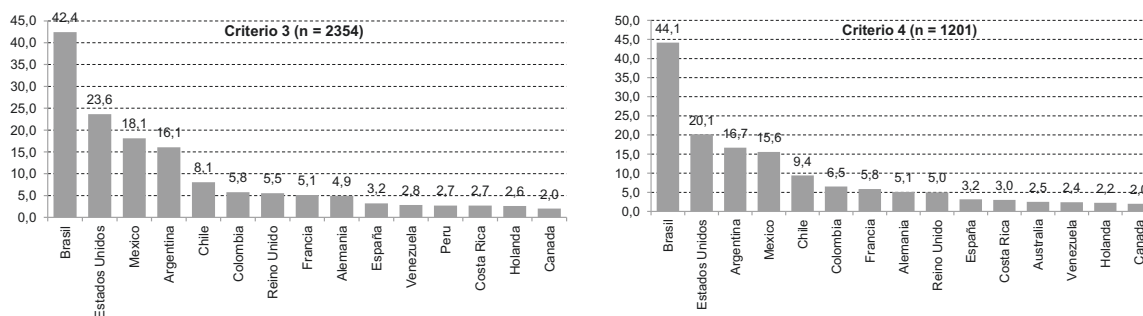


Fuente: elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

Nota: *Criterio 1a*: agricultura y cambio climático con autores afiliados en países de América Latina y el Caribe, todas las disciplinas; *Criterio 1b*: agricultura y cambio climático, con autores afiliados en países de América Latina y el Caribe, sin restricciones por disciplinas; *Criterio 2*: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina y el Caribe, todas las disciplinas; *Criterio 3*: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina y el Caribe, sin restricción por disciplinas, con autores afiliados en países de ALC.; *Criterio 4*: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina, restringido a las áreas de agricultura y ciencias biológica y veterinaria, con autores afiliados en ALC.

En términos absolutos el mayor volumen de producción se presenta en un grupo reducido de países encabezados por Brasil, Estados Unidos, México y Argentina y en el cual hay también varios países europeos (gráfico 6). En cuanto a la región, aparte los tres países destacados (Brasil, México y Argentina), entre los 15 primeros países por volumen de producción también se ubican Chile, Colombia, Venezuela y Costa Rica. Y entre los países europeos sobresalen El Reino Unido, Francia, Alemania, España y Holanda (gráfico 6).

GRAFICO 6
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON
AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR PAÍSES, 1990-2012
(Porcentaje of total de publicaciones en cada país)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

Notas: *Criterio 3*: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina y el Caribe, sin restricción por disciplinas, con autores afiliados en países de ALC.; *Criterio 4*: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina, restringido a las áreas de agricultura y ciencias biológica y veterinaria, con autores afiliados en ALC.

La participación de autores afiliados a instituciones brasileñas es de aproximadamente un 44%, frente a alrededor de 20%-24% en instituciones de Estados Unidos, de 15%-18% en instituciones mexicanas y de 16% en entidades argentinas. Las participaciones del resto de países en el Top 15 son menores al 10%. Los cinco primeros países en ambas clasificaciones son los mismos: Brasil, Estados Unidos, México, Argentina y Chile.

2. Distribución por disciplinas científicas y colaboración

Los datos presentados en gráfico 7 proveen una aproximación al grado de interdisciplinariedad de la producción científica sobre agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe. Se pueden establecer comparaciones entre los criterios 1a y 3 (sin restricción por disciplinas) y los criterios 1b y 4 (restringidos a publicaciones en agricultura).

El criterio con menos restricciones por disciplinas (Criterio 1a) resulta en una distribución menos concentrada, con porcentajes importantes en las áreas de ciencias de la salud (25,0%), ingenierías (17,0%) y en ciencias de la vida interdisciplinarias (11,4%). El índice de interdisciplinariedad en este caso es de 1,6 disciplinas por artículo (cuadro 5). El Criterio 3 presenta un índice de interdisciplinariedad menor (1,44), con menores porcentajes en esas tres agrupaciones, pero una participación mucho más significativa de publicaciones en las áreas de energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra (59,3%) y en temas socioeconómicos.

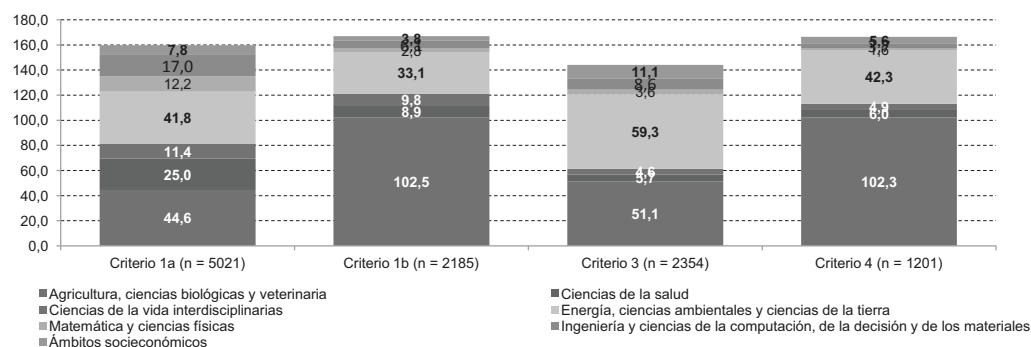
Por lo tanto, la producción científica sobre agricultura y cambio climático con autores afiliados en ALC es más interdisciplinaria cuando no se refiere únicamente a países de ALC. Pero

cuando ese es el caso (Criterio 3), hay una producción importante que se da en áreas de ambiente y energía y en ámbitos socioeconómicos, comparado con el caso más general (Criterio 1a).

Los criterios 1b y 4, al estar restringidos a únicamente publicaciones en agricultura permiten una medida más precisa de interdisciplinariedad, pues reflejan la clasificación simultánea en agricultura y en otras áreas temáticas. En ambos casos dicho índice alcanza un valor de 1,67 (indicando que un 67% de las publicaciones en agricultura se realiza conjuntamente con otra disciplina). Las disciplinas con las cuales es más frecuente la publicación son las del grupo de energía y ciencias ambientales: un 33% de las publicaciones sobre agricultura y cambio climático con autores afiliados en la región (Criterio 1b) y un 42% de las publicaciones con autores afiliados en la región y sobre la región (Criterio 4).

GRÁFICO 7 AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR ÁREAS 1990-2012

(Porcentajes del total de publicaciones en agricultura y cambio climático en cada subperíodo)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus (abril 2014).

Notas: *Criterio 1a*: agricultura y cambio climático con autores afiliados en países de América Latina y el Caribe, todas las disciplinas; *Criterio 1b*: agricultura y cambio climático, con autores afiliados en países de América Latina y el Caribe, sin restricciones por disciplinas; *Criterio 3*: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina y el Caribe, sin restricción por disciplinas, con autores afiliados en países de ALC.; *Criterio 4*: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina, restringido a las áreas de agricultura y ciencias biológica y veterinaria, con autores afiliados en ALC.

La colaboración en investigación es importante por al menos cuatro motivos. Primero, porque les aporta beneficios a los países con menores capacidades de investigación; segundo, porque es un mecanismo para incrementar la efectividad de la investigación en un contexto de restricciones financieras, especialmente entre países con similitudes en sistemas agrícolas y de dotaciones de recursos naturales; tercero, porque promueve la inter-disciplinariedad; y cuarto, porque es un enfoque efectivo para abordar fenómenos globales, como el cambio climático.

Los datos presentados en el cuadro 5 indican que en la región se ha incrementado la investigación colaborativa en agricultura y cambio climático; ello es evidente a partir de todos los criterios de búsqueda utilizados, con aumentos desde valores en el rango 1,53-1,58 en los años noventa hasta valores entre 1,65-1,85. En la siguiente sección se presenta un panorama más detallado y se identifican los principales socios con lo que se colabora.

CUADRO 5
EL MUNDO Y AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INDICADORES DE COLABORACIÓN
Y DE MULTIDISCIPLINARIEDAD EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN AGRICULTURA
Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR SUB-PERÍODOS
(Países y disciplinas por artículo)

Indicador	1990-2012	1990-1999	2000-2005	2006-2012
América Latina y el Caribe (Criterio 1a)				
Países por artículo	1,76	1,53	1,63	1,82
Disciplinas por artículo	1,60	1,67	1,51	1,62
América Latina y el Caribe (Criterio 1b)				
Países por artículo	1,79	1,56	1,63	1,85
Disciplinas por artículo	1,67	1,82	1,61	1,67
América Latina y el Caribe (Criterio 3)				
Países por artículo	1,68	1,57	1,64	1,71
Disciplinas por artículo	1,57	1,72	1,53	1,56
América Latina y el Caribe (Criterio 4)				
Países por artículo	1,64	1,58	1,63	1,65
Disciplinas por artículo	1,66	1,91	1,68	1,65

Fuente: elaboración propia.

3. Panorama sub-regional y por países

En el gráfico 8 se presenta un panorama general de la distribución regional y por países de la producción científica en agricultura y cambio climático, para los criterios restringidos a la agricultura, según fue definido anteriormente.

Distribución por países

En el Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) la producción científica es dominada por Brasil, seguido de lejos por Argentina, los Estados Unidos y Chile. Y el único país de la región que no aparece entre los 10 primeros es el Paraguay. El socio extra regional más importante es Estados Unidos, seguido de lejos por Francia, Alemania, Reino Unido, España y Holanda. Y entre los 10 primeros países no aparece ninguno otro de otras subregiones de América Latina.

En la región Andina (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) los cuatro primeros países son Colombia, Estados Unidos, Venezuela y Perú, para ambos criterios. En este caso todos los países de la subregión aparecen entre los 10 primeros. El socio extra regional más importante y el único otro país latinoamericano entre los primeros 10 es Brasil. Otros socios extra regionales importantes son el Reino Unido, Francia y Alemania.

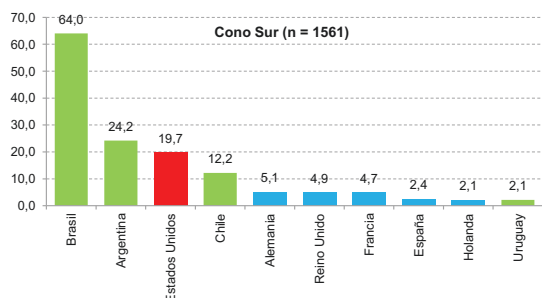
En la región mesoamericana (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y México) la producción es ampliamente dominada por México, seguido por Estados Unidos, y Costa Rica, respectivamente, para ambos criterios. Aparte de México, los únicos otros dos países mesoamericanos que aparecen entre los 10 primeros son Costa Rica y Panamá. Al igual que en las otras regiones el socio extra regional más importante es Estados Unidos y el único otro país latinoamericano entre los primeros 10 es Colombia. Otros socios extra regionales importantes son España, el Reino Unido, Francia, Alemania, Canadá y Australia.

Los datos evidencian el rol preponderante de Brasil, Colombia y México en cada una de sus subregiones de influencia y la importancia de los Estados Unidos en todas las subregiones. Los tres principales socios europeos son Francia, Reino Unido y Alemania (se repiten en todas las

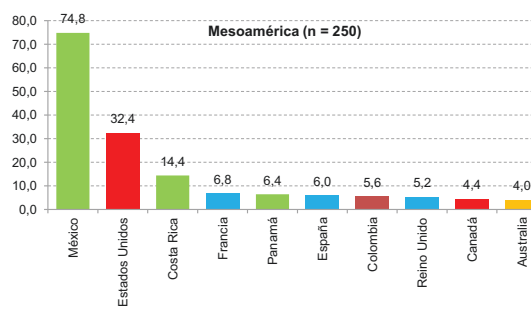
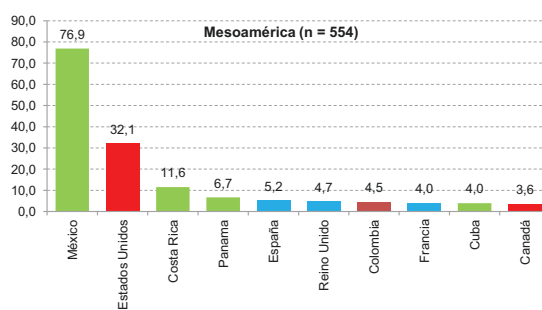
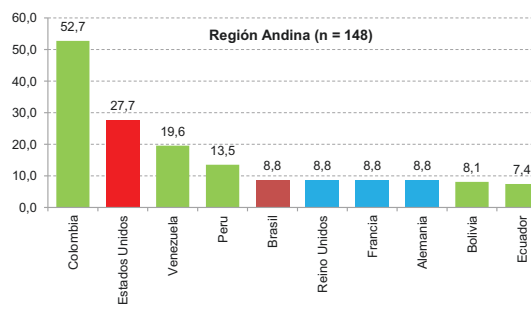
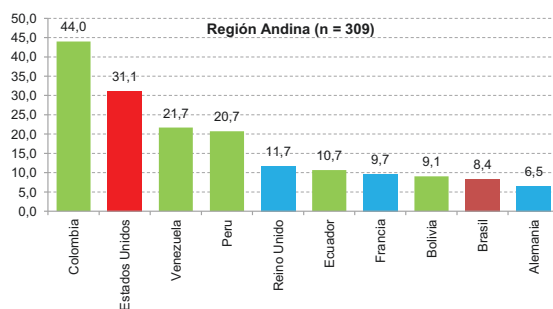
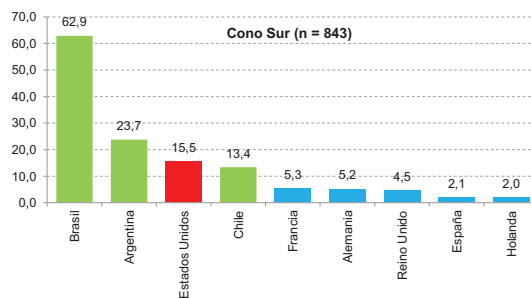
subregiones). Y de los países latinoamericanos únicamente Brasil y Colombia aparecen entre los principales 10 socios de otras subregiones: Brasil en la región Andina y Colombia en Mesoamérica.

GRAFICO 8
AMÉRICA LATINA: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR ÁREAS Y
SUBREGIONES Y PAISES, 1990-2012
(Porcentajes del total de publicaciones en agricultura y cambio climático en cada sub periodo)

Criterio 3



Criterio 4



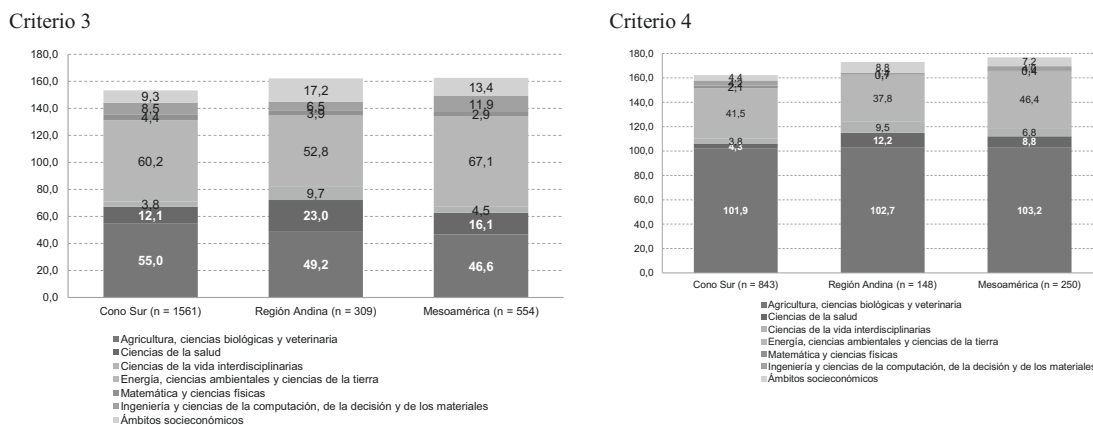
Fuente: elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

Nota: *Criterio 3*: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina y el Caribe, sin restricción por disciplinas, con autores afiliados en países de ALC.; *Criterio 4*: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina, restringido a las áreas de agricultura y ciencias biológica y veterinaria, con autores afiliados en ALC.

Áreas temáticas

El gráfico 9 presenta información sobre la distribución por áreas temáticas de la producción científica en agricultura y cambio climático, para las búsquedas con autores afiliados en América Latina y el Caribe y en las diferentes subregiones.

GRAFICO 9
AMÉRICA LATINA: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
RELACIONADA CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO,
POR SUBREGIONES Y ÁREAS, 1990-2012
(Porcentajes del total de publicaciones en agricultura y cambio climático en cada subregión)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Scopus (abril 2014).

Notas: *Criterio 3*: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina y el Caribe, sin restricción por disciplinas, con autores afiliados en países de ALC.; *Criterio 4*: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina, restringido a las áreas de agricultura y ciencias biológica y veterinaria, con autores afiliados en ALC.

Dos factores destacan al comparar las tres subregiones. En primer lugar, la menor interdisciplinariedad en la región del Cono Sur, sobre todo comparado con la región mesoamericana. Y en segundo lugar, que en todos los casos las áreas con las que existe mayor relación son las agrupadas en energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra; este resultado es según lo esperado, pues se trata de áreas que guardan estrecha relación con el vínculo entre agricultura y cambio climático. Por el contrario, la vinculación con las áreas de matemática y ciencias físicas y las ingenierías y las ciencias de la información, de la decisión y materiales es muy baja.

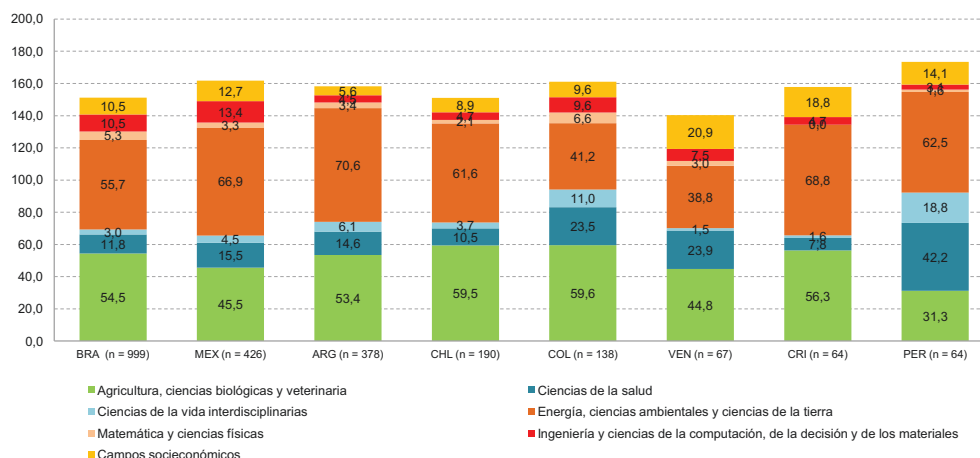
Considerando las subregiones por separado, Mesoamérica destaca por los mayores niveles de investigación junto con las áreas de “energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra”, así como en las áreas de “ingenierías y ciencias de la información, decisión y materiales”. Por su parte, la Región Andina destaca por los mayores vínculos con las áreas de “ciencias de salud” y de “ciencias sociales”.

El gráfico 10 presenta un panorama más amplio, a partir de los 10 países con un mayor volumen de producción científica en agricultura y cambio climático (Criterio 3).

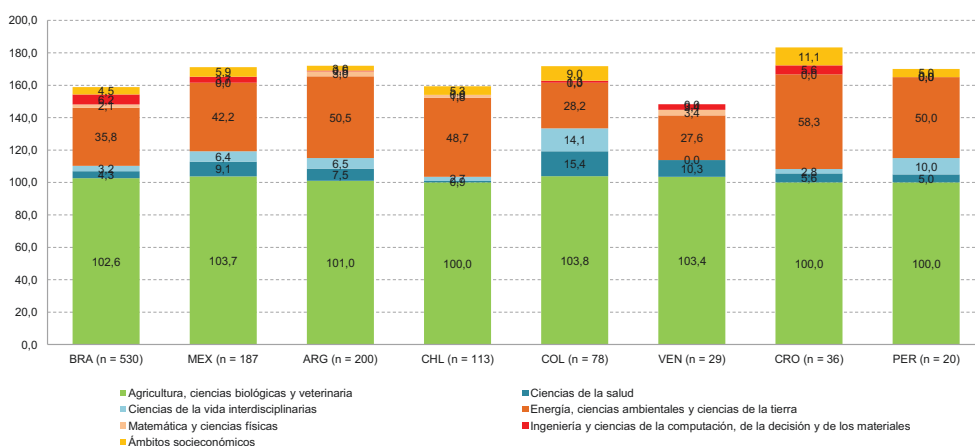
Dado que la diferencia entre ambos criterios es si se restringe únicamente a agricultura (Criterio 4) o si incluye otras áreas (Criterio 3), las diferencias entre los valores de una determinada área en uno y otro caso indican diferencias en el ámbito principal de los artículos. Por ejemplo, las ciencias sociales tienen una participación más elevada entre todos los países con el Criterio 3, pero su peso no es significativo con el Criterio 4; eso indicaría que la mayoría de los artículos identificados con el Criterio 3 en el área de ciencias sociales no tienen como área principal la agricultura, sino las ciencias sociales.

GRAFICO 10
AMÉRICA LATINA (PAÍSES SELECCIONADOS): DISTRIBUCIÓN RELATIVA
DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA
Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR ÁREAS, 1990-2012
(Porcentajes del total de publicaciones en agricultura y cambio climático en cada país)

Criterio 3



Criterio 4



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Scopus (abril 2014).

Nota: *Criterio 3*: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina y el Caribe, sin restricción por disciplinas, con autores afiliados en países de ALC; *Criterio 4*: agricultura y cambio climático sobre países de América Latina, restringido a las áreas de agricultura y ciencias biológica y veterinaria, con autores afiliados en ALC.

Los perfiles de los países permiten identificar al menos tres grupos:

- i) Países con un liderazgo en la combinación con campos relevantes para el desarrollo sostenible de la agricultura (i.e. energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra). En esta categoría destacan Costa Rica y Argentina, junto con México, Chile y Perú. Costa Rica destaca por la importancia de la producción asociada a ciencias sociales.
- ii) Países con porcentajes relevantes de las áreas de ciencias de la vida interdisciplinarias y en ciencias de la salud. Es el caso de Perú y Colombia, y en menor medida México y Argentina. Es interesante destacar que tres de esos países son sede de institutos de investigación afiliados al CGIAR (Colombia del CIAT, el Perú del CIP y México del CIMMYT), los cuales tienen una agenda de investigación importante en temas de genética y biotecnología.

- iii) Países con porcentajes importantes en áreas relevantes para el moldeamiento y monitoreo ambiental en la agricultura (matemática y ciencias físicas e ingenierías y ciencias de la información, las decisiones y los materiales). En este grupo destacan Brasil y México.

El caso de Brasil es destacable. Es por mucho el país con el mayor volumen de producción científica en agricultura y cambio climático en la región; sin embargo, dicha producción es considerablemente menos multi-disciplinaria que la de países como Argentina, Colombia, Costa Rica, México y Perú. La menor multidisciplinaria de Brasil explicaría por qué este fenómeno se presenta con menor intensidad en la región del Cono Sur, y en América Latina en general cuando se compara con los datos globales. Por otro lado, los datos de México, y en menor medida los de Costa Rica, explicarían la mayor multidisciplinaria que se identifica en la región mesoamericana.

Concentración por países e instituciones

En las tres subregiones las 25 instituciones con mayor volumen de producción generan casi el 90% del total, con la mayor concentración en la región Sur (cuadro 6 y AII.1 – AII.4 en el Anexo II). Los países que concentran un mayor número de instituciones son México en Mesoamérica y Brasil en la región Sur. En México se encuentran 17 de las 25 entidades con mayor volumen de producción en agricultura y cambio climático y abarcan casi el 70% de la producción total. En Brasil los valores son 14 y 56%, respectivamente. En la región Sur y en la región Mesoamericana los 25 principales centros se concentran en muy pocos países (5 en cada caso), mientras que en la Región Andina estos se distribuyen entre un número mucho más amplio de países (17). La mayor concentración se presenta en la región Sur, con tres países (Brasil, Argentina y Chile) abarcando 22 de las 25 entidades con mayor volumen de producción y un 85% de la producción subregional total. En el Anexo II se incluye información detallada de los centros de afiliación. En la región Sur el mayor volumen de producción lo tienen la Universidad de Sao Paulo (14,9%), Embrapa (8,5%), la Universidad de Buenos Aires (7,8%), el CONICET (5,1%) y la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (5,0%). En la región Andina destacan el CIAT (13,6%), la Universidad Nacional de Colombia (10,7%), el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (5,2%), la Universidad Peruana Cayetano Heredia (5,2%) y la Universidad de los Andes, Mérida (Venezuela) (4,2%). En Mesoamérica hay un claro dominio de la UNAM de México (22,2%), sseguido entre los cinco primeros por el CIMMYT (6,7%), El Colegio de Postgraduados de México (5,6%), el Smithsonian Tropical Research Institute (5,4%) y el Colegio de la Frontera Sur de México (5,2%).

CUADRO 6
AMÉRICA LATINA: PAÍSES DE AFILIACIÓN DE LAS 25 PRINCIPALES INSTITUCIONES
DE AFILIACIÓN DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS RELACIONADAS CON
AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR SUBREGIÓN
(Número de instituciones por país y porcentajes)

Países	Cono Sur		Región Andina			Mesoamérica		
	Nº	Porcentaje	Países	No	Porcentaje	Países	No	Porcentaje
Brasil	14	56,1	Colombia	6	34,0	México	17	68,8
Argentina	4	18,1	Venezuela	4	15,5	Estados Unidos	4	7,2
Chile	4	10,8	Perú	2	8,4	Costa Rica	2	4,0
Estados Unidos	2	3,1	Estados Unidos	1	1,9	Panamá	1	5,4
Francia	1	1,4	Inglaterra	2	4,9	Colombia	1	1,4
			Francia	2	3,2			
			Holanda	2	3,9			
			Bolivia	1	2,3			
			Ecuador	1	3,2			
			Brasil	1	1,9			
			Bélgica	1	3,6			
			Australia	1	1,6			
			Escocia	1	1,6			
Total	25	89,5	Total	25	86,1	Total	25	86,8

Fuente: Elaboración propia.

V. Análisis de redes

A. Redes de colaboración

Hay al menos tres elementos que nos interesa destacar en materia de colaboración científica. Primero, que la colaboración genera externalidades positivas de las que se pueden beneficiar los países con menos capacidades; segundo, que la colaboración incrementa la efectividad de la investigación en contextos de restricciones financieras; y tercero, que es un enfoque efectivo para enfrentar fenómenos globales con el cambio climático. Los dos últimos factores son relevantes especialmente entre países con sistemas agrícolas similares y con similares dotaciones de recursos naturales. Además, una mayor colaboración entre los países es también importante para fomentar la interdisciplinariedad,

El análisis de colaboración se efectúa, tanto para la producción científica en agricultura, como para la producción científica en agricultura y cambio climático. En el primer caso a partir de las estadísticas resumen obtenidas directamente de las búsquedas sobre la base de datos Scopus; y en el segundo caso a partir de la base de datos construida especialmente para el análisis de redes.

1. Colaboración en la producción científica en agricultura

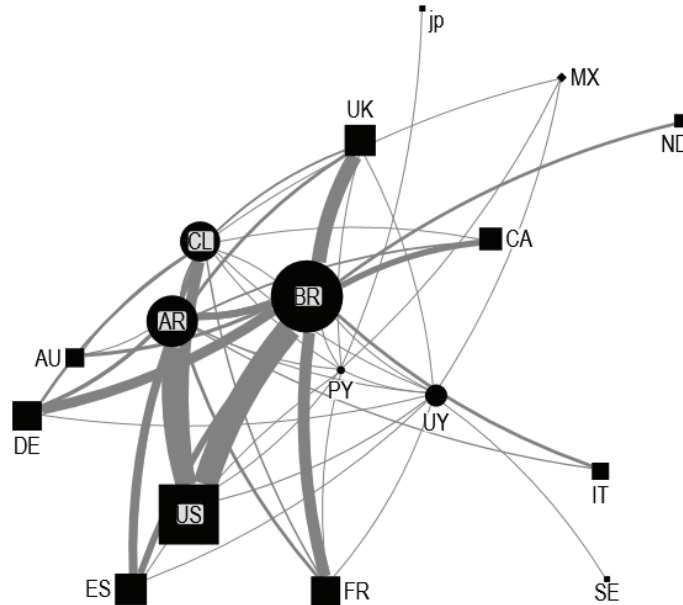
Para identificar patrones de colaboración en la producción científica en agricultura se toman los 10 principales socios de cada país y se establecen las relaciones respectivas. Los gráficos permiten determinar tanto la importancia de las relaciones entre países (grosor de las líneas), como el volumen de publicación colaborativa de cada país. Los gráficos 11, 12 y 13 presentan los resultados sobre colaboración para los países del Cono Sur, Mesoamérica y la Región Andina, respectivamente. Y el gráfico 14 las relaciones para el total de la región.

Región Sur

En el Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) la mayor parte de la producción científica en agricultura se concentra en Brasil, Argentina y Chile. En este caso al menos un país de la región está entre los 10 principales socios de los demás países; y Brasil está entre los primeros 10 socios de todos los países. México es el único socio latinoamericano relevante fuera de la subregión (para Chile, Paraguay y Uruguay) y el socio extrarregional más importante es Estados Unidos (para todos los países); otros socios no latinoamericano importantes son Reino Unido, Alemania, Francia,

España y Canadá, y en menor medida Australia (para Brasil, Argentina y Chile), Italia (para Brasil y Argentina) y Holanda (para Brasil).

GRAFICO 11
REGIÓN SUR (10 PRINCIPALES SOCIOS DE CADA PAÍS): REDES DE COLABORACIÓN EN PUBLICACIONES SOBRE AGRICULTURA



Fuente: algoritmo Fruchterman-Reingo. Elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

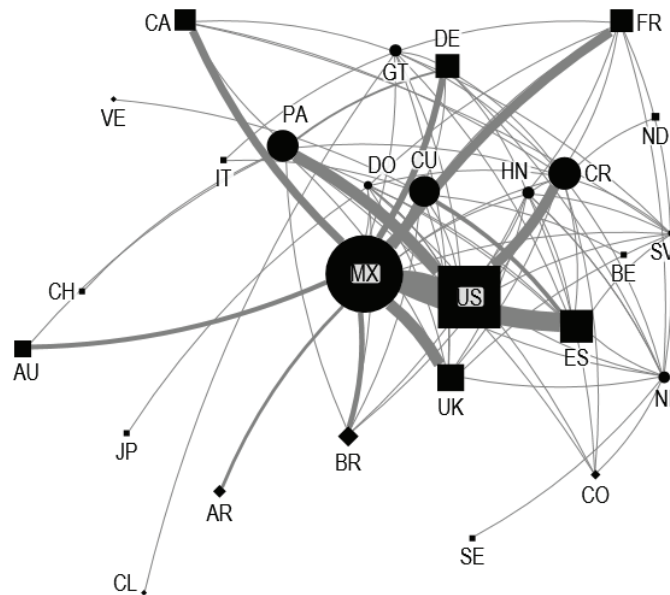
Nota: círculos sólidos (socios intrarregionales sudamericanos); diamantes (otros socios latinoamericanos); cuadrados sólidos (socios extra regionales). Países sudamericanos: AR = Argentina, BR = Brasil, CL = Chile, PY = Paraguay, UY = Uruguay. Otros países latinoamericanos: MX = México. Países extra regionales: AU = Australia, CA = Canadá, ES = España, FR = Francia, IT = Italia, NL = Holanda, SE = Suecia, UK = Reino Unido, US = Estados Unidos.

Mesoamerica

En Mesoamérica la producción científica colaborativa relacionada con agricultura se concentra en México, Costa Rica, Cuba y Panamá. Sin embargo, hay que destacar que en el caso de Panamá los datos pueden estar influidos por la presencia del *Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales*, centro de excelencia mundial en biología tropical, situación que podría llevar a sobreestimar la importancia de las ciencias biológicas comparado con la agricultura.

Costa Rica es el único país centroamericano que está entre los 10 principales socios de todos los demás países de dicha subregión, mientras que sólo Panamá está entre los 10 principales socios de Costa Rica. Brasil, Colombia y Argentina son los principales socios latinoamericanos. Al igual que en el Cono Sur, el socio extra regional más importantes es Estados Unidos; y entre los socios fuera del continente aparecen Alemania, Gran Bretaña, Canadá, España, Francia y Australia. Entre las relaciones bilaterales es destacable la importancia de los vínculos entre México y Francia y entre México y España.

GRAFICO 12
MESOAMERICA (10 PRINCIPALES SOCIOS DE CADA PAÍS): REDES DE COLABORACIÓN
EN PUBLICACIONES SOBRE AGRICULTURA



Fuente: algoritmo Fruchterman-Reingo. Elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

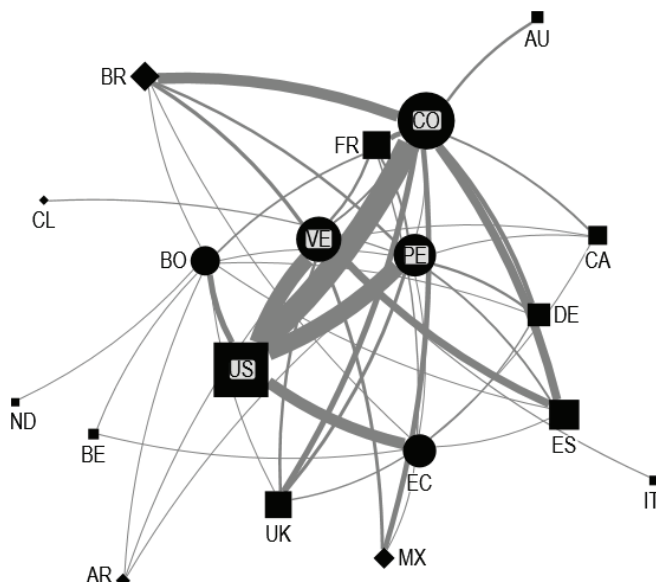
Nota: círculos sólidos (socios intrarregionales mesoamericanos); diamantes (otros socios latinoamericanos); cuadrados sólidos (socios extra regionales). Países mesoamericanos: CR = Costa Rica, CU = Cuba, DO = República Dominicana, GT = Guatemala, HN = Honduras, NI = Nicaragua, PA = Panamá, SV = El Salvador. Otros países latinoamericanos: AR = Argentina, BR = Brasil, CL = Chile, CO = Colombia. Países extra regionales: AU = Australia, CA = Canadá, ES = España, FR = Francia, IT = Italia, NL = Holanda, SE = Suecia, UK = Reino Unido, US = Estados Unidos.

Región Andina

En la Región Andina la cooperación intrarregional es menor que en el Cono Sur y que en Mesoamérica; el país que tiene mayores vínculos de cooperación extra regionales es Colombia, que está entre los 10 socios para Perú, Ecuador y Venezuela. Colombia tiene un rol similar al de Costa Rica en Centro América.

La producción colaborativa es menos concentrada que en las demás regiones, pues aunque es mayor en Colombia, también es importante en Perú, Venezuela y Ecuador. Dicha situación se explica principalmente por la importancia de socios fuera de la Región Andina, tales como Brasil (en América Latina), Estados Unidos, Reino Unido, Francia y España, que están entre los 10 principales socios de todos los países. Y al igual que en las otras regiones, la mayor investigación colaborativa en todos los casos se realiza con Estados Unidos.

GRAFICO 13
REGIÓN ANDINA (10 PRINCIPALES SOCIOS DE CADA PAÍS): REDES DE COLABORACIÓN EN PUBLICACIONES SOBRE AGRICULTURA



Fuente: algoritmo Fruchterman-Reingo. Elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

Nota: círculos sólidos (socios intrarregionales andinos); diamantes (otros socios latinoamericanos); cuadrados sólidos (socios extra regionales). Países andinos: BO = Bolivia, CO = Colombia, EC = Ecuador, PE = Perú, VZ = Venezuela. Otros países latinoamericanos: AR = Argentina, BR = Brasil, CL = Chile, MX = México. Países extra regionales: AU = Australia, CA = Canadá, ES = España, FR = Francia, NL = Holanda, UK = Reino Unido, US = Estados Unidos.

Visión región integrada

El cuadro 7 presenta un resumen de los principales indicadores de las redes subregionales y de la red regional integrada. La red más densa corresponde a la Región Sur y la menos densa a Mesoamérica; sin embargo, la red con mayores relaciones fuera de la subregión (incluyendo relaciones con otros países de América Latina) es la de Mesoamérica.

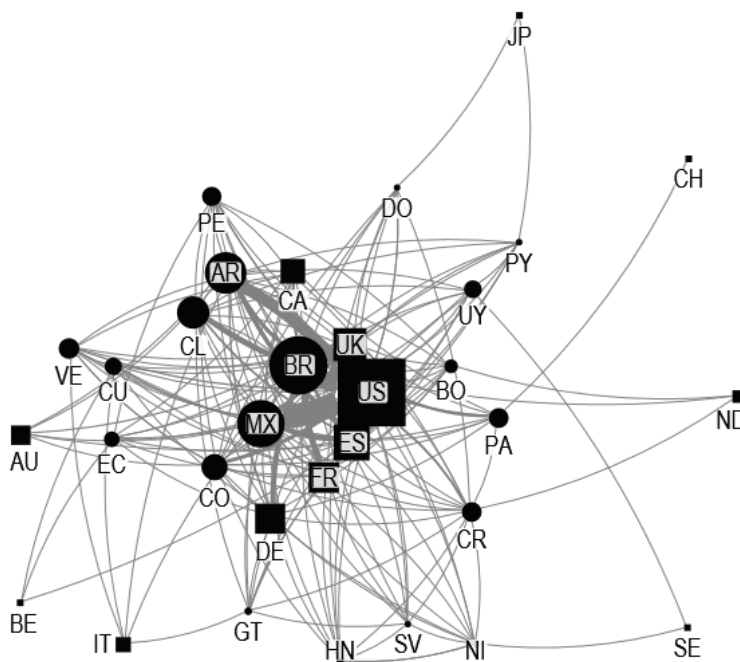
CUADRO 7
AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE COLABORACIÓN EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA, POR SUBREGIONES
(Subregiones)

	Región Sur	Mesoamérica	Región Andina	Región
Densidad	0,353	0,248	0,287	0,371
Vértices (países)	17	27	19	32
Intra regionales	5	9	5	19
Extra regionales	12	16	14	13
Relaciones (<i>degree</i>)				
Mayor	13,0	16,0	12,0	24
Promedio	5,6	6,4	5,2	
Media	5,0	7,0	5,0	

Fuente: elaboración propia a partir de datos generados por NodeXL.

La red completa para toda la región se muestra en el gráfico 14. Es evidente la importancia de los Estados Unidos como principal socio extra regional, seguido por el Reino Unido y España. Estos tres países son socios de todos los 19 países de la región incluidos en la red. Entre los países que destacan como socios fuera de la región están Francia, Alemania, Canadá. Y otros países de fuera de la región que están entre los primeros 10 socios de algunos países aparecen en la parte más exterior del gráfico. Algunos como Australia, Holanda e Italia tienen un volumen de producción colaborativa intermedio, pero relaciones con pocos países.

GRAFICO 14
AMÉRICA LATINA, 10 PRINCIPALES SOCIOS DE CADA PAÍS: REDES DE COLABORACIÓN EN PUBLICACIONES SOBRE AGRICULTURA



Fuente: algoritmo Fruchterman-Reingo. Elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

Nota: círculos sólidos (socios intrarregionales andinos); diamantes (otros socios latinoamericanos); cuadrados sólidos (socios extrarregionales). Países andinos: BO = Bolivia, CO = Colombia, EC = Ecuador, PE = Perú, VE = Venezuela. Otros países latinoamericanos: AR = Argentina, BR = Brasil, CL = Chile, MX = México. Países extra regionales: AU = Australia, CA = Canadá, ES = España, FR = Francia, NL = Holanda, UK = Reino Unido, US = Estados Unidos.

La red abarca un total de 190 relaciones posibles (19 países con sus 10 principales socios). Las 10 principales relaciones abarcan un 45,5% del volumen bruto total de producción colaborativa. Esas relaciones son:

- i) Brasil – Estados Unidos (11,5%),
- ii) México – Estados Unidos (8,8%),
- iii) Argentina – Estados Unidos (4,7%),
- iv) Brasil – Estados Unidos (3,3%)
- v) Brasil – Francia (2,8%)
- vi) Chile – Estados Unidos (2,6%)

- vii) Brasil – Alemania (2,5%),
- viii) México – España (2,4%)
- ix) Argentina – España (2,1%)
- x) Colombia – Estados Unidos (1,9%)

Esas 10 relaciones involucran a cinco países latinoamericanos (Brasil, 4 relaciones; México y Argentina, 2 relaciones; y a Colombia y Chile, 1 relación) y a cinco países extra regionales (Estados Unidos, 5 relaciones; España, 2 relaciones; y a Reino Unido, Francia y Alemania, 1 relación).

CUADRO 8
AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE COLABORACIÓN EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA, POR PAÍSES

Países latinoamericanos (producción científica colaborativa, con otros países latinoamericanos y países extra regionales)				Países extra regionales (colaboración con países latinoamericanos)			
País	Volumen	Relaciones	Centralidad entre nodos	País	Volumen	Relaciones	Centralidad entre nodos
Brasil	76,4	24	53,2	Estados Unidos	102,5	19	25,0
México	50,6	22	24,4	Reino Unido	24,4	19	25,0
Argentina	39,0	16	13,3	España	28,8	19	25,0
Colombia	15,5	16	11,0	Francia	20,6	18	18,7
Costa Rica	8,8	16	16,5	Alemania	20,2	15	13,6
Chile	23,6	14	6,0	Canadá	13,4	12	6,3
Perú	8,6	12	2,5	Australia	8,5	6	1,0
Uruguay	7,3	11	16,7	Italia	5,2	5	0,7
Nicaragua	1,2	11	14,1	Holanda	3,5	3	0,2
Honduras	1,2	11	1,2	Bélgica	0,9	3	0,4
Guatemala	1,4	11	5,1	Suecia	0,5	2	0,1
Venezuela (República Bolivariana de)	9,7	11	3,3	Japón	0,1	2	0,1
Paraguay	1,0	10	15,6	China	0,3	1	0,0
Panamá	9,0	10	31,8				
El Salvador	0,4	10	1,6				
Cuba	6,9	10	11,7				
Bolivia (Estado Plurinacional de)	4,4	10	12,4				
Ecuador	5,6	10	10,5				
República Dominicana	0,7	9	14,0				

Fuente: elaboración propia a partir de datos generados por NodeXL.

2. Colaboración en producción científica en agricultura y cambio climático

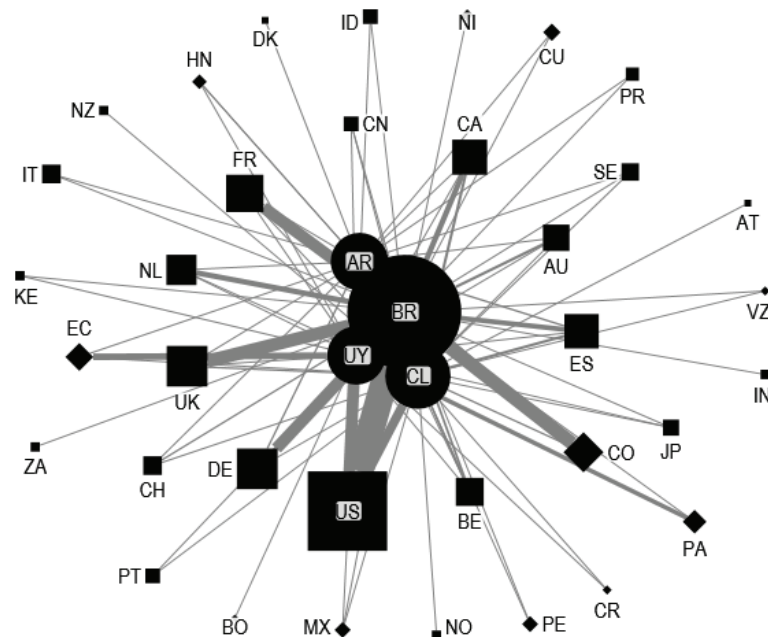
Los datos sobre colaboración en la producción científica sobre agricultura y cambio climático se derivan de la base de datos construida especialmente para este propósito. Las redes de colaboración se presentan en los gráficos 15, 16 y 17 para los países del Cono Sur, Mesoamérica y la Región Andina,

respectivamente, en tanto que los cuadros 9, 10 y 11 presentan el resumen de algunos indicadores de las características de la red (número de conexiones, centralidad, densidad, Pagerank y aglomeración).

Región Sur

La red de colaboración en producción científica sobre agricultura y cambio climático entre los países sudamericanos indica que la relación con otros países latinoamericanos en general es baja; únicamente Colombia, México, Ecuador y Honduras aparecen como socios de tres de los cuatro países (Paraguay no aparece con producción colaborativa). Por el contrario, la colaboración con países de fuera de la región es significativa; los países más relevantes, por el volumen de la colaboración son los Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Francia, Canadá, España, Holanda, Bélgica y Australia. Estos países aparecen como socios de todos los países del Cono Sur incluidos en el análisis (Argentina, Brasil, Chile y Uruguay).

GRAFICO 15
AMÉRICA DEL SUR: REDES DE COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold. Elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

Nota: círculos sólidos (socios intrarregionales sudamericanos); diamantes (otros socios latinoamericanos); cuadrados sólidos (socios extra regionales). Países sudamericanos: AR = Argentina, BR = Brasil, CL = Chile, UY = Uruguay. Otros países latinoamericanos: BO = Bolivia, CO = Colombia, CR = Costa Rica, EC = Ecuador, MX = México, NI = Nicaragua, PA = Panamá, PE = Perú, VZ = Venezuela, Países extra regionales: AU = Australia, BE = Bélgica, CA = Canadá, CH = Suiza, CN = República Popular China, DE = Alemania, ES = España, FR = Francia, IT = Italia, JP = Japón, NL = Holanda, UK = Reino Unido, US = Estados Unidos.

El mayor volumen de producción colaborativa lo tiene Brasil, seguido de Chile, Uruguay y Argentina. En relación a los vínculos con otros países (*out degree*) la mayor cantidad la tiene Brasil (31), seguido de Chile (26), Uruguay (22) y Argentina (21). Y todos los países colaboran entre sí. Los indicadores de centralidad entre nodos y *PageRank* coinciden con los indicadores de volumen de producción colaborativa y de relaciones de colaboración.

CUADRO 9
REGIÓN SUR: INDICADORES DE LA RED DE COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES

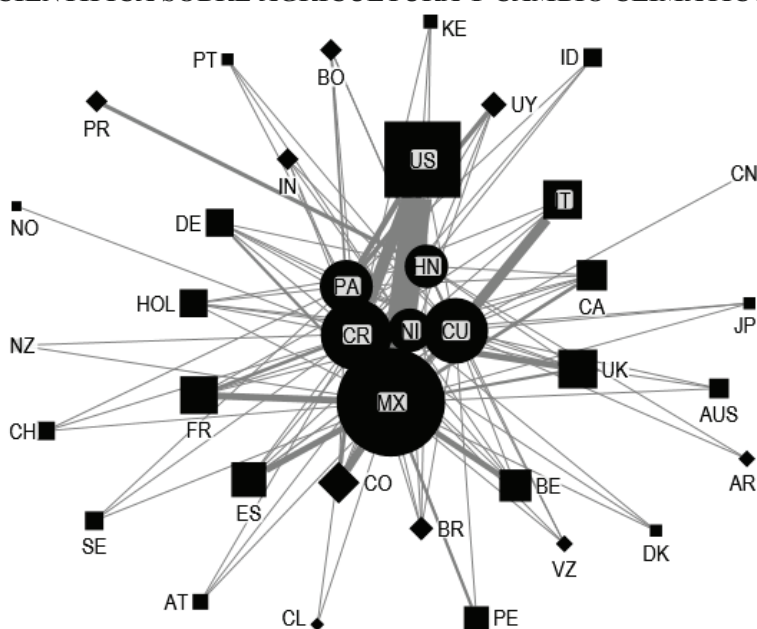
Pais	Volumen	Relaciones de colaboración	Relaciones hacia atrás (In degree)	Relaciones hacia adelante (Out degree)	Centralidad entre nodos (Betweenness)	PageRank
Brasil	277,9	34	3	31	292,3	6,1
Chile	91,1	29	3	26	202,8	5,1
Uruguay	72,5	25	3	22	118,2	4,2
Argentina	70,6	24	3	21	104,7	4,0

Fuente: elaboración propia.

Mesoamérica

En la región mesoamericana los países identificados con producción colaborativa en agricultura y cambio climático son México, Costa Rica, Cuba, Panamá, Nicaragua y Honduras. El mayor volumen de producción colaborativa se concentra en México, Costa Rica y Cuba, países que también lideran en términos de la cantidad de países con los que tienen relaciones de colaboración (*out degree*) (26 México y Costa Rica y 25 Cuba). En términos de colaboración con otros países de la subregión (*in degree*) Cuba destaca como el país con el mayor número (4), seguido de México, Costa Rica y Nicaragua (3).

GRAFICO 16
MESOAMERICA: REDES DE COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold , elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

Nota: círculos sólidos (socios intrarregionales mesoamericanos); diamantes (otros socios latinoamericanos); cuadrados sólidos (socios extra regionales). Países mesoamericanos: CR = Costa Rica, CU = Cuba, HN = Honduras, MX = México, NI = Nicaragua, PA = Panamá. Otros países latinoamericanos: AR = Argentina, BO = Bolivia, BR = Brasil, CO = Colombia, UY = Uruguay, VZ = Venezuela. Países extra regionales: AU = Australia, BE = Bélgica, CA = Canadá, CH = Suiza, CN = República Popular China, DE = Alemania, ES = España, FR = Francia, IT = Italia, JP = Japón, NL = Holanda, UK = Reino Unido, US = Estados Unidos.

La colaboración con otros países latinoamericanos en general es baja. La relación más significativa se da con Colombia, país con el mayor volumen entre los países de la región y el único con vínculos de colaboración con los seis países mesoamericanos incluidos en el análisis. La colaboración con países fuera de la región es más significativa. Los países con el mayor volumen de colaboración son los Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Italia, España, Bélgica, Canadá, Alemania y Holanda. Y de esos países únicamente Estados Unidos, el Reino Unido, Canadá, Alemania y Holanda son socios de los seis países.

México tiene el mayor volumen de producción colaborativa, 2,3 veces mayor al volumen de Costa Rica, que le sigue en segundo lugar y 2,7 veces mayor que el de Cuba, que se ubica en tercer lugar. Sin embargo, Costa Rica y Cuba tienen mejores indicadores de centralidad entre nodos, lo que implica que están ubicados en la red en medio de una gran proporción de vínculos entre nodos; además, Costa Rica también tiene un mejor indicador de PageRank que México, indicativo de que tiene relaciones con más países que son socios importantes del resto de países de la subregión.

CUADRO 10
MESOAMÉRICA: INDICADORES DE LA RED DE COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES

País	Volumen	Relaciones de colaboración	Relaciones hacia atrás (In degree)	Relaciones hacia adelante (Out degree)	Centralidad entre nodos (Betweenness)	PageRank
México	229,5	29	3	26	236,3	3 609
Costa Rica	99,0	29	3	26	293,4	3 685
Cuba	83,8	29	4	25	273,5	3 529
Panamá	55,2	18	1	17	89,1	2 372
Honduras	37,1	20	2	18	154,5	2 597
Nicaragua	37,1	23	3	20	106,9	2 726

Fuente: elaboración propia.

Región Andina

En la Región Andina el mayor volumen de producción colaborativa en agricultura y cambio climático se presenta en Colombia, con un volumen 2,75 veces superior al Perú, que ocupa el segundo lugar. Colombia es también el país con el mayor número de vínculos de colaboración (*out degree*) (34), seguido por Perú (25), Bolivia (20), Ecuador y Venezuela (17). Colombia destaca como el país como el único país que es socio para todos los demás países de la subregión (*in degree*), en tanto que Venezuela solo lo es para un país.

CUADRO 11
REGIÓN ANDINA: INDICADORES DE LA RED DE COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES

País	Volumen	Relaciones de colaboración	Relaciones hacia atrás (In degree)	Relaciones hacia adelante (Out degree)	Centralidad entre nodos (Betweenness)	PageRank
Colombia	282,5	34	4	34	683,90	6 011
Perú	102,5	25	3	25	251,00	4 197
Bolivia	67,4	20	3	20	142,61	3 330
Ecuador	61,9	17	3	17	154,22	2 942
Venezuela	36,0	17	1	17	144,83	2 950

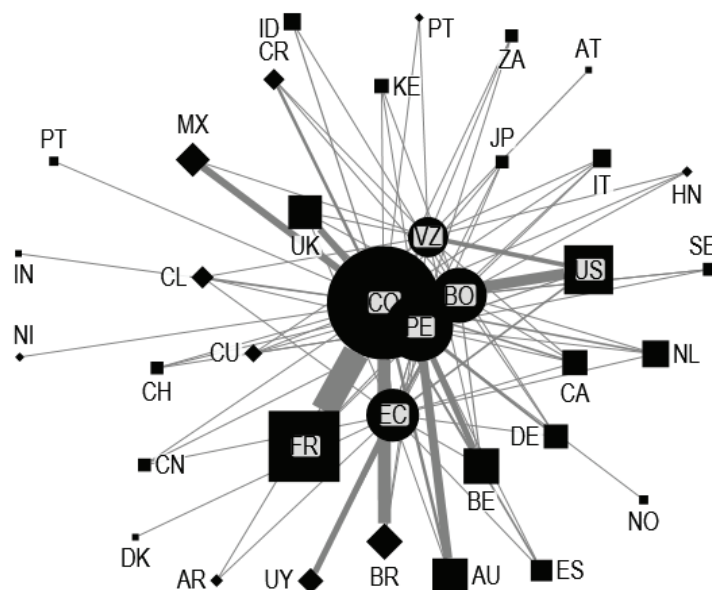
Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en las otras subregiones la colaboración con otros países latinoamericanos es baja. La relación más significativa por volumen se da con Brasil y México. Y los países latinoamericanos que son socios de un mayor número de países en la región Andina son Chile (de 4 países), Brasil, México y Costa Rica (de 3 países).

Por volumen las relaciones de colaboración extra regional más significativas se presentan con Francia, debido a la importancia de la colaboración con Colombia. De hecho, esta es la única subregión en donde el principal socio no son los Estados Unidos. Otros países que son socios importantes de países en esta subregión son los Estados Unidos, Australia, Bélgica, Reino Unido, y en menor medida Holanda, Canadá y Alemania. Y los únicos países que son socios de los cinco países andinos son Estados, el Reino Unido, Bélgica, Canadá y Alemania.

En la Región Andina, al igual que en la Región Sur, los indicadores de centralidad entre nodos y de PageRank coinciden con los indicadores de volumen de producción y de relaciones de colaboración.

GRAFICO 17
REGIÓN ANDINA: REDES DE COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold, elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

Nota: círculos sólidos (socios intrarregionales mesoamericanos); diamantes (otros socios latinoamericanos); cuadrados sólidos (socios extra regionales). Países andinos: BO = Bolivia, CO = Colombia, EC = Ecuador, PE = Perú, VZ = Venezuela. Otros países latinoamericanos: AR = Argentina, BR = Brasil, CL = Chile, CR = Costa Rica, CU = Cuba, MX = México. Países extra regionales: AU = Australia, BE = Bélgica, CA = Canadá, CH = Suiza, CN = República Popular China, DE = Alemania, ES = España, FR = Francia, IT = Italia, JP = Japón, NL = Holanda, UK = Reino Unido, US = Estados Unidos.

Visión regional integrada

El gráfico 18 presenta las redes de colaboración para los 15 países⁶ de la región incluidos en el análisis y el cuadro 12 presenta los indicadores de las redes correspondientes a cada país.

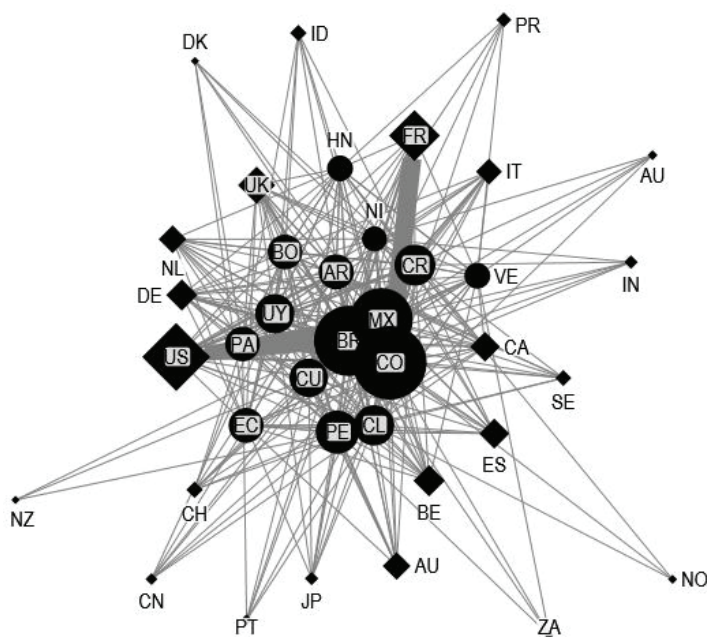
⁶ Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Honduras, Nicaragua, México, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela.

Los 10 principales socios extra regionales, por volumen de colaboración, son Estados Unidos, Francia, el Reino Unido, Alemania, Bélgica, España, Canadá, Holanda, Australia e Italia. Y los únicos países que son socios de todos los 15 países latinoamericanos incluidos en el análisis son Estados Unidos, Alemania, el Reino Unido y Canadá.

El principal socio de 12 de los 15 países es Estados Unidos; las excepciones son Colombia, cuyo principal socio es Francia; y Perú y Cuba, que tienen como principal socio a México. Y las relaciones bilaterales las más significativas se dan entre Colombia y Francia, Brasil y Estados Unidos y México y Estados Unidos.

El país con un mayor volumen de colaboración es Colombia, seguido por Brasil, México, Perú, Costa Rica y Chile. Estos mismos países son también los que tienen un mayor número de socios (*out degree*): Colombia (34), Brasil (31), México, Chile, Costa Rica (26) y Perú (25). Colombia destaca como el país que es socio para un mayor número de países de la región (*in degree*): 13 de los otros 14 países, siendo Uruguay la única excepción. En segundo lugar se sitúa Brasil, que es socio de 11 países, y Cuba que lo es de 10 (cuadro 12).

GRAFICO 18
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: REDES DE COLABORACIÓN EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold, elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

Nota: círculos sólidos (países latinoamericanos; diamantes sólidos (socios extra regionales). Países latinoamericanos: AR = Argentina, BO = Bolivia, CO = Colombia, BR = Brasil, CL = Chile, CR = Costa Rica, CU = Cuba, EC = Ecuador, HN = Honduras, MX = México, NI = Nicaragua, PA = Panamá, PE = Perú, VZ = Venezuela y UY = Uruguay. Países extra regionales: AU = Australia, BE = Bélgica, CA = Canadá, CH = Suiza, CN = República Popular China, DE = Alemania, DK = Dinamarca, ES = España, FR = Francia, ID = India, IT = Italia, JP = Japón, NL = Holanda, NO = Noruega, NZ = Nueva Zelanda, SE = Suecia, UK = Reino Unido, US = Estados Unidos, ZA = Sudáfrica.

La red de colaboración regional integra las tres redes de colaboración subregionales. En esta red mayor los valores de los indicadores de vínculos de colaboración (hacia adelante y hacia atrás) son los mismos que en las redes subregionales; sin embargo, los valores de los indicadores de relación entre nodos y de *PageRank* son diferentes, pues se obtienen de una red mayor.

Los países con los mejores indicadores de centralidad entre nodos son Colombia y Perú, seguidos por Brasil, Chile y Costa Rica. Y en cuanto al *PageRank*, que puede tomarse como un indicador de la calidad de las relaciones de colaboración, el dominio lo ejercen Colombia y Brasil, seguidos por Chile, Perú, Costa Rica y México.

Otro indicador importante es el de la densidad de las redes, datos que se presentan en el cuadro 13 para cada subregión y para el agregado regional. La red más densa es la correspondiente a Mesoamérica, en tanto que la menos densa es la correspondiente a la Región Sur. Dado que en esta última subregión todos los países colaboran entre sí, el menor valor del indicador de densidad apunta a una mayor concentración de las relaciones de colaboración, tal como se comprueba con los menores valores promedio de relaciones por país participante en la red (la media y el promedio de países de colaboración no es muy diferente).

CUADRO 12
AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED DE COLABORACIÓN

País	Volumen	Relaciones de colaboración	Relaciones hacia atrás (In degree)	Relaciones hacia adelante (Out degree)	Centralidad entre nodos (Betweenness)	PageRank
Colombia	117,7	34	13	34	160,1	2 265
Brasil	106,5	31	11	31	114,8	2 057
México	85,4	26	9	26	77,5	1 754
Perú	40,4	25	8	25	124,7	1 778
Costa Rica	36,3	26	8	26	87,6	1 762
Chile	35,4	26	9	26	96,0	1 780
Uruguay	33,5	22	9	22	33,8	1 456
Cuba	32,0	25	10	25	68,3	1 677
Argentina	26,7	21	7	21	37,9	1 408
Ecuador	26,4	17	6	17	20,9	1 164
Panamá	26,1	18	6	18	28,9	1 234
Bolivia	26,1	20	8	20	25,3	1 336
Venezuela	14,6	17	7	17	28,3	1 189
Honduras	14,6	18	8	18	19,8	1 220
Nicaragua	13,7	20	5	20	40,1	1 374

Fuente: elaboración propia.

CUADRO 13
AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE DENSIDAD Y DE CENTRALIDAD DE LA RED DE PAÍSES Y TEMAS, SUBREGIONES

	Región Sur	Mesoamérica	Región Andina	Región
Densidad	0,126	0,186	0,143	0,369
Vértices (países)	39,0	37,0	39,0	40,0
Relaciones (<i>degree</i>)				
Mayor	31,0	26,0	34,0	34,0
Promedio	4,8	6,7	5,4	14,2
Media	4,0	4,0	3,0	14,0

Fuente: elaboración propia a partir de datos generados por NodeXL.

B. Redes de vínculos entre países y temas

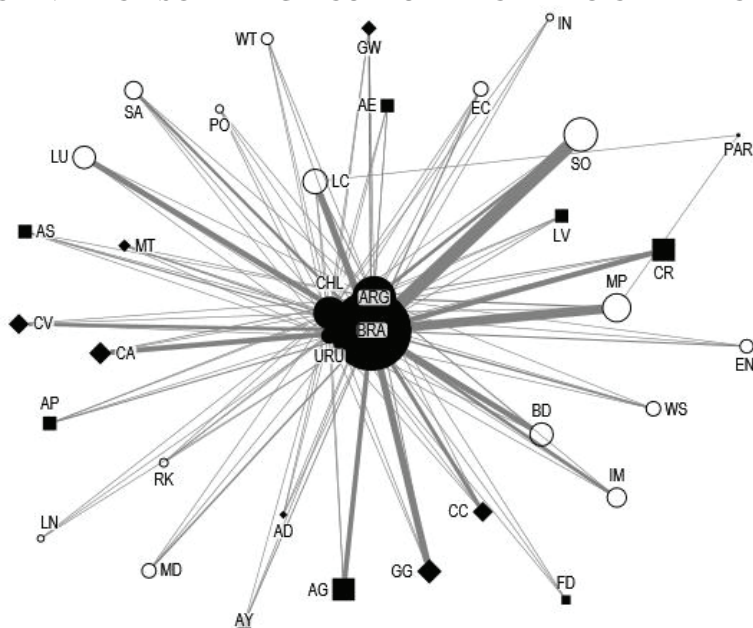
Los gráficos 19 a 22 presentan el detalle de los vínculos entre países y temas en cada una de las subregiones consideradas y para el agregado regional.

1. Region Sur

En la Región Sur los resultados están muy influidos por Brasil, que junto con Argentina son los países con el mayor volumen de producción. Los países con el mayor número de vínculos temáticos son Brasil y Chile (31 temas), seguidos por Argentina (30 temas) y Uruguay.

Los 10 temas más relevantes, en orden de importancia, son suelos (SO), prácticas de manejo (MP), gases de efecto invernadero (GG), cambio de uso del suelo (LC), biodiversidad (BD), cultivos (CR), uso de la tierra (LU), carbono (CA), agricultura (AG) y variabilidad climática (CC). Dos de esos temas (MP y LC) son importante para los cinco países y los ocho restantes son importante para cuatro de los cinco países (excepto para Paraguay).

GRAFICO 19
AMÉRICA DEL SUR: RELACIÓN ENTRE TEMAS Y PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold, elaboración propia a partir de datos de SCOPUS (abril 2014).

Nota: círculos sólidos (países sudamericanos); diamantes sólidos (temas de cambio climático); círculos (temas de cambio climático); cuadrados rellenos (temas de agricultura).

Las 10 relaciones más importantes son de Brasil con los temas de suelos (SO), prácticas de manejo (MP), gases de efecto invernadero (GG), cambio de uso de la tierra (LC), biodiversidad (BD), uso de la tierra (LU), cultivos (CR), carbono (CA), agricultura (AG) y cambio climático (CC). Para Argentina y Uruguay las dos relaciones más importantes se dan con suelos (SO) y prácticas de manejo (MP) y para Chile suelos (SO) y biodiversidad (BD). Todas estas relaciones involucran los 10 temas más importantes.

En términos de producción el mayor volumen lo tiene Brasil, seguido de Argentina y Chile en tercer lugar; sin embargo, Chile tiene mejores indicadores de centralidad entre nodos y de PageRank.

CUADRO 14
REGIÓN SUR: INDICADORES DE LA RED DE PAÍSES - TEMAS

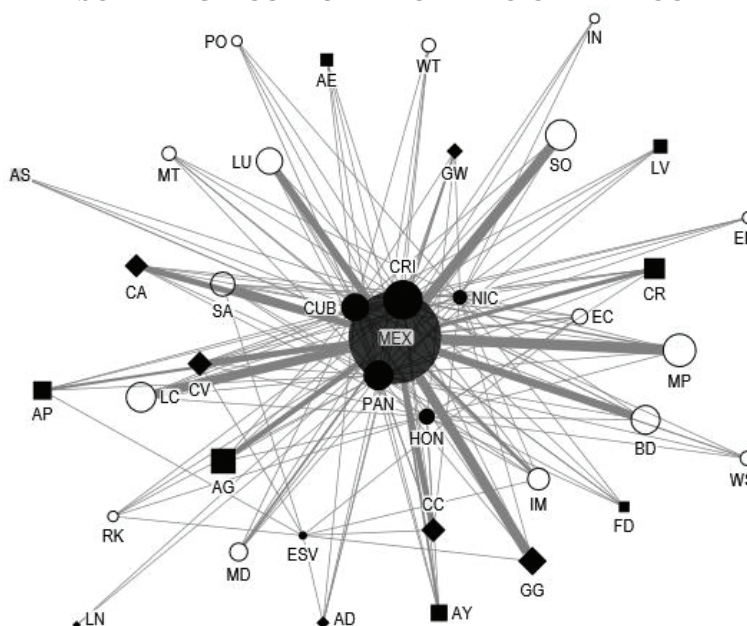
Países	Volumen	Relaciones temáticas	Centralidad entre nodos (Betweenness)	PageRank
Brasil	331,6	31	140,6	4,3
Chile	55,6	31	140,6	4,3
Argentina	99,2	30	129,0	4,2
Uruguay	13,4	26	89,7	3,6
Paraguay	0,2	2	0,2	0,4

Fuente: elaboración propia.

2. Mesoamérica

En Mesoamérica el volumen de producción es dominado por México, seguido por Costa Rica, Panamá y Cuba. México tiene el mayor número de vínculos temáticos (31), seguido por Costa Rica (30), Panamá (27) y Cuba (26).

GRAFICO 20
MESOAMERICA: RELACIÓN ENTRE TEMAS Y PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold, elaboración propia, a partir de datos Scopus (8 de abril 2014).

Nota: círculos sólidos (países mesoamericanos); diamantes sólidos (temas de cambio climático); círculos (temas de cambio climático); cuadrados rellenos (temas de agricultura).

Los 10 temas más relevantes, en orden de importancia son prácticas de manejo (MP), suelos (SO), cambio de uso del suelo (LC), gases de efecto invernadero (GG), biodiversidad (BD), uso de la

tierra (LU), agricultura (AG), variabilidad climática (CV), cambio climático (CC), y aspectos sociales (SA). Ocho de estos temas coinciden con la Región Sur (excepto VC y SA). Tres de esos temas (CV, CC, SA) son importantes para tres de los siete países considerados, cuatro (MP, LC, GG y BD) para seis países (excepto El Salvador) y tres temas (SO, LU y AG) son importantes para cinco países.

Las 10 relaciones más importantes son de México con temas de prácticas de manejo (MP), suelos (SO), gases de efecto invernadero (GG), cambio de uso de la tierra (LC), biodiversidad (BD), uso de la tierra (LU), carbono (CA), cambio climático (CC), variabilidad climática (CV) y agricultura (AG). De estos temas únicamente carbono (CA) no está en la lista de los 10 temas más importantes. En cuanto a los demás países, los dos temas más importantes para Costa Rica son prácticas de manejo (MP) y biodiversidad (BD), para Panamá aspectos sociales (SA) y agricultura (AG), y para Cuba prácticas de manejo (MP) y suelos (SO); todos en la lista de los temas más importantes.

En materia de centralidad entre nodos y de *PageRank* el ordenamiento de los tres principales países (México, Costa Rica y Cuba) coincide con ranqueo de la producción total. La única diferencia se presenta entre Honduras y Nicaragua, pues el primero tiene mayor producción en tanto que el segundo tiene mejores indicadores de relevancia de la producción.

CUADRO 15
MESOAMÉRICA: INDICADORES DE LA RED DE PAÍSES - TEMAS

Países	Volumen de producción total	Relaciones temáticas	Centralidad entre nodos (Betweenness)	PageRank
México	346,7	31	141,4	3,5
Costa Rica	62,3	30	121,7	3,4
Cuba	32,0	26	82,8	2,9
Nicaragua	9,1	20	44,5	2,2
Honduras	10,8	17	28,7	1,9
El Salvador	3,0	9	7,4	1,1

Fuente: elaboración propia.

3. Región Andina

En la región Andina la dinámica es dominada por Colombia, tanto en términos de volumen de producción total, como de vínculos temáticos. Este país tiene el mayor número de vínculos temáticos (30), seguido de Ecuador y Perú (28), Venezuela (27) y Bolivia (23).

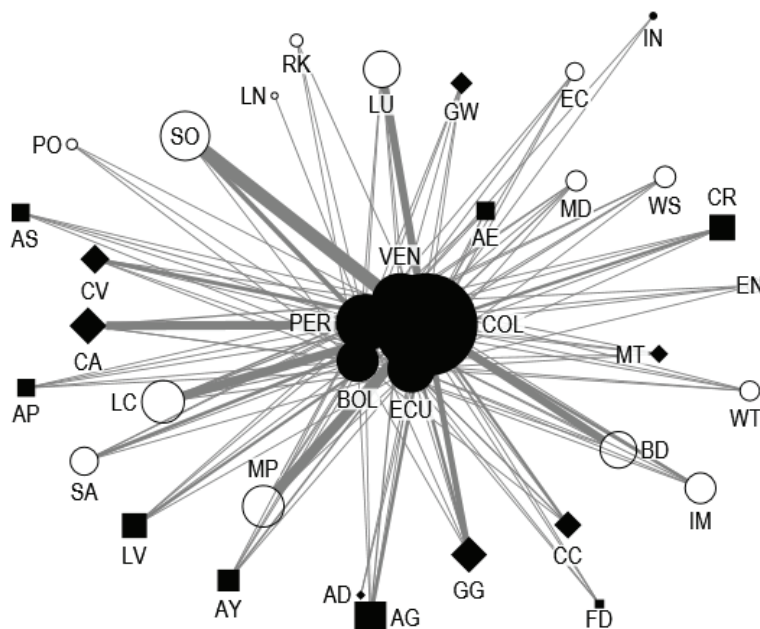
Los 10 temas más relevantes, en orden de importancia son suelos (SO), prácticas de manejo (MP), cambio de uso del suelo (LC), prácticas de manejo (MP), carbono (CA), biodiversidad (BD), uso de la tierra (LU), gases de efecto invernadero (GG), agricultura (AG), impactos (IM) y variabilidad climática (CV). Esta es la única región en donde los 10 temas principales son importantes para todos los países.

De las 10 relaciones más importantes nueve son de Colombia y una del Perú. Las de Colombia corresponden a suelos (SO), prácticas de manejo (MP), cambio de uso de la tierra (LC), carbono (CA), biodiversidad (BD), uso de la tierra (LU), gases de efecto invernadero (GG), variabilidad climática (CV). La del Perú corresponde a variabilidad climática (CV). Además, suelos (SO) está entre los dos principales temas para Venezuela, Ecuador y Bolivia; y cambio de uso de la tierra para el Perú, Ecuador y Bolivia.

En materia de centralidad y *PageRank* (indicadores de relevancia) la única diferencia con el ordenamiento por volumen de producción total se presenta entre Ecuador y Venezuela, pues mientras

el segundo tiene un mayor volumen de producción, el segundo tiene mejores indicadores de relevancia de la producción científica.

GRAFICO 21
REGIÓN ANDINA: RELACIÓN ENTRE TEMAS Y PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold, elaboración propia, a partir de datos Scopus (8 de abril 2014).
 Nota: círculos sólidos (países andinos); diamantes sólidos (temas de cambio climático); círculos (temas de cambio climático); cuadrados rellenos (temas de agricultura).

CUADRO 16
REGIÓN ANDINA: INDICADORES DE LA RED DE PAÍSES - TEMAS

Países	Volumen	Relaciones temáticas	Centralidad entre nodos (Betweenness)	PageRank
Colombia	248,1	30	128,0	3 758
Perú	77,0	28	116,2	3 537
Ecuador	53,1	28	98,0	3 471
Venezuela	79,7	27	86,9	3 339
Bolivia	42,0	23	57,9	2 840

Fuente: elaboración propia.

4. Visión regional

El cuadro 17 presenta un resumen con los 10 temas que aparecen con mayor frecuencia en las publicaciones científicas sobre agricultura y cambio climático, en cada una de las tres subregiones consideradas.

Los resultados sugieren que la agenda de investigación sobre agricultura y cambio climático está dominada por ocho temas: suelos (SO), prácticas de manejo (MP), cambio de uso del suelo (LC), y biodiversidad (BD), complementada con los temas de gases de efecto invernadero (GG), uso de la tierra (LU), agricultura (AG), y variabilidad climática (CV). Más aún, cuatro de esos temas (SO, MP, LC y BD) aparecen entre los cinco primeros en las tres subregiones. Carbono (CA) es un tema

relevante en las Regiones Sur y Andina, cultivos (CR) en la Región Sur, aspectos sociales (SA) en Mesoamérica, e impactos (IM) en la Región Andina. Y en el agregado regional los 10 temas más importantes son los mismos que en la Región Sur, evidenciando el peso de esta subregión en el agregado regional.

CUADRO 17
AMÉRICA LATINA: 10 TEMAS MÁS IMPORTANTES EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, POR SUBREGIÓN

Región Sur	Mesoamérica	Región Andina	Regional
SO suelos (MIX)	MP prácticas de manejo (MIX)	SO suelos (MIX)	SO suelos (MIX)
MP prácticas de manejo (MIX)	SO suelos (MIX)	LC cambio de uso de la tierra (MIX)	MP prácticas de manejo (MIX)
GG gases de efecto invernadero (CCL)	LC cambio de uso de la tierra (MIX)	MP prácticas de manejo (MIX)	LC cambio de uso de la tierra (MIX)
LC cambio de uso de la tierra (MIX)	GG gases de efecto invernadero (CCL)	CA carbono (CCL)	GG gases de efecto invernadero (CCL)
BD biodiversidad (MIX)	BD biodiversidad (MIX)	BD biodiversidad (MIX)	BD biodiversidad (MIX)
CR cultivos (AGR)	LU uso de la tierra (MIX)	LU uso de la tierra (MIX)	LU uso de la tierra (MIX)
LU uso de la tierra (MIX)	AG agricultura (AGR)	GG gases de efecto invernadero (CCL)	CA carbono (CCL)
CA carbono (CCL)	CV variabilidad climática (CCL)	AG agricultura (AGR)	AG agricultura (AGR)
AG agricultura (AGR)	CC cambio climático (CCL)	IM Impactos (MIX)	CR cultivos (AGR)
CV variabilidad climática (CC)	SA aspectos sociales (MIX)	CV variabilidad climática (CCL)	CV variabilidad climática (CCL)

Fuente: elaboración propia.

Nota: entre paréntesis el grupo temático de pertenencia. AGR = temas relacionados con agricultura; CCL = temas relacionados con cambio climático; MIX = temas mixtos.

El gráfico 22 presenta la red temática para el agregado de la región. Se identifican tres grupos de países según una combinación de volumen de producción y cantidad e intensidad de vínculos temáticos. El primer grupo está constituido por los países con mayores valores en esos tres ámbitos (tamaño de las viñetas, cantidad de vínculos y grosor de las líneas que vinculan temas y países), que son los que se agrupan más al centro: Brasil, Chile, México, Colombia, Argentina, Costa Rica y Ecuador. El segundo grupo incluye a Cuba, Venezuela, Uruguay, Perú, Panamá, Bolivia, y Nicaragua; estos países se agrupan alrededor del primer grupo. Y los países más aislados, entre los países estudiados, son El Salvador y Paraguay, que se ubican en posiciones extremas de la red.

Los indicadores de centralidad entre nodos y de *PageRank* se presentan en el Cuadro 18. Se identifican tres grupos de países. El primero incluye a Brasil, México y Chile, que tienen los mejores indicadores de relaciones temáticas (todos los 31 temas), de centralidad (53,6) y de relevancia (1,7). El segundo grupo incluye a Argentina, Colombia y Costa Rica, con producción en 30 de los 31 temas e indicadores de centralidad y relevancia similares. El tercer grupo lo integran los restantes 8 países. Los últimos 5 países son Bolivia, Nicaragua, Honduras, El Salvador y Paraguay.

CUADRO 18
AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED DE PAÍSES - TEMAS

Países	Volumen	Relaciones temáticas	Centralidad entre nodos (Betweenness)	PageRank
Brasil	210,4	31	53,6	1 718
México	77,5	31	53,6	1 718
Chile	35,3	31	53,6	1 718
Argentina	62,9	30	46,2	1 656
Colombia	35,2	30	46,2	1 656
Costa Rica	13,9	30	46,2	1 656
Perú	10,9	28	40,6	1 557
Panamá	8,1	27	37,6	1 506
Ecuador	7,5	28	37,5	1 549
Uruguay	8,5	26	35,8	1 460
Venezuela	11,3	27	35,3	1 500
Cuba	7,2	26	32,1	1 448
Bolivia	6,0	23	23,7	1 293
Nicaragua	2,0	20	19,2	1 151
Honduras	2,4	17	12,4	994
El Salvador	0,7	9	3,2	598
Paraguay	0,2	2	0,1	253

Fuente: elaboración propia.

CUADRO 19
AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE DENSIDAD Y DE CENTRALIDAD
DE LA RED DE PAÍSES Y TEMAS, SUBREGIONES

	Región Sur	Mesoamérica	Región Andina	Región
Densidad	0,194	0,227	0,216	0,369
Relaciones (<i>degree</i>)				
Mayor	31,0	31,0	30,0	31,0
Promedio	6,7	8,4	7,6	17,3
Media	4,0	6,0	5,0	15,0
Temas con mayor centralidad	MP – Prácticas de manejo LU – Uso de la tierra	CV – Variabilidad climática CC - Cambio climático SA – Aspectos sociales IM - Impactos	SO – Suelos LC – Cambio de uso de la tierra MP – Prácticas de manejo CA - Carbono BD - Biodiversidad LU – Uso de la tierra GG – Gases EI	MP – Prácticas de manejo LC – Cambio de uso de la tierra CV – Variabilidad climática CC - Cambio climático IM - Impactos SA – Aspectos sociales GG – Gases EI

Fuente: elaboración propia a partir de datos generados por NodeXL.

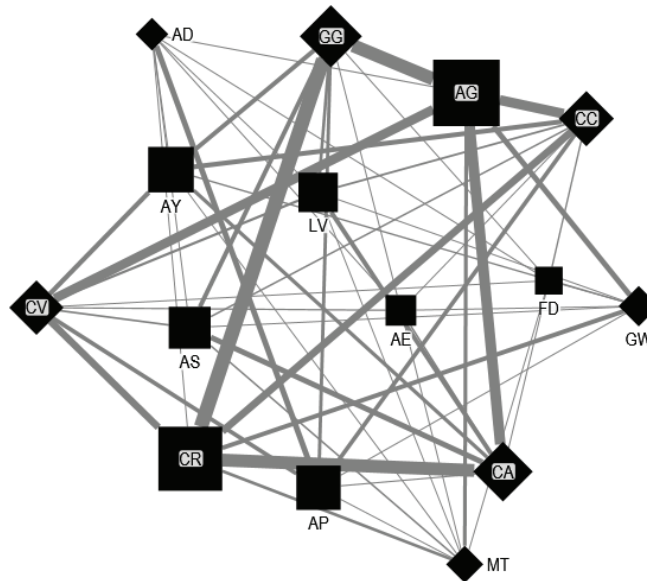
C. Redes de relaciones temáticas

1. Temas de agricultura vs. temas de cambio climático

El gráfico 23 presenta la red con los pares de relaciones entre tópicos de agricultura y tópicos de cambio climático; y el cuadro AII.5 muestra los indicadores de volumen de producción, centralidad y relevancia. Dos factores son destacables. Primero, todos los temas de agricultura y de cambio climático se vinculan entre sí; y segundo, los temas de cambio climático aparecen con mejores indicadores de centralidad y relevancia.

La red excluye las relaciones al interior de cada grupo de temas (ver anexo de gráficos), en donde en cada caso destaca la alta relación entre algunos pares de temas. En los temas de agricultura la relación más importante es entre agricultura (AG) y cultivos (CR) y ambos aparecen relacionados de manera importante con sistemas agrícolas (AS) y prácticas de manejo (MP). Entre los temas de cambio climático las relaciones más importantes son: a) cambio climático global (GG) y gases de efecto invernadero (GG); b) carbono (CA) con mitigación (MT) y gases de efecto invernadero (GG); y c) cambio climático (CC) y variabilidad climática (VC).

GRAFICO 23
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE TEMAS DE AGRICULTURA
Y TEMAS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold. Elaboración propia, a partir de datos Scopus (8 de abril 2014).

Nota: diamantes rellenos = temas de cambio climático; cuadrados rellenos = temas de agricultura.

En términos de volumen de producción, entre los temas relacionados con cambio climático la mayor importancia la tienen gases de efecto invernadero (GG), carbono (CA) y cambio climático (CC); el menos peso lo tiene el tema adaptación (AD). Esto es, dominan los temas de mitigación. En los temas de agricultura el mayor peso corresponde a los temas agricultura (AG) y cultivos (CR). En un plano intermedio se ubican prácticas agrícolas (MP), sistemas agrícolas (AS), rendimiento (AY) y ganadería (LV). Y la menor representatividad corresponde a agroecosistemas (AE) y alimentación (AE).

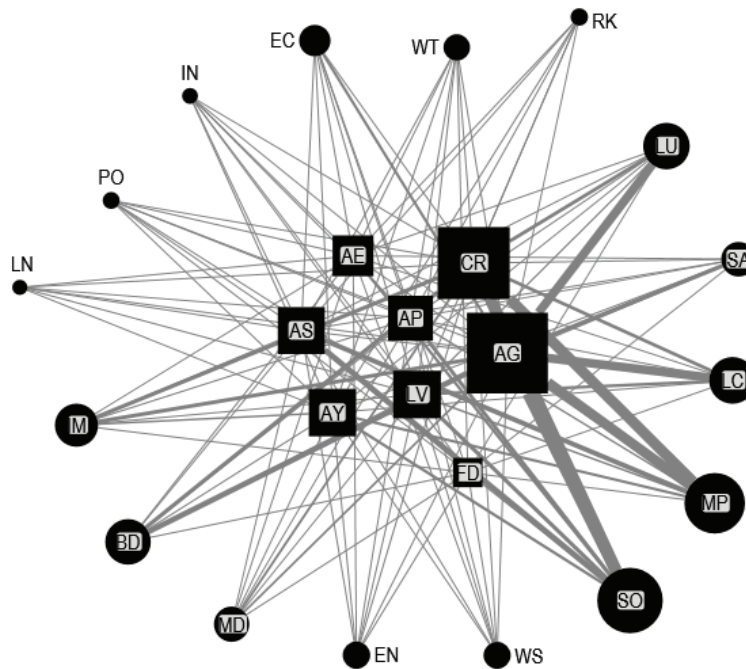
Se puede identificar tres grupos de relaciones que incluyen temas de mitigación: a) cultivos - agricultura (CR-AG) con gases de efecto invernadero (GG); b) cultivos - agricultura (CR-AG) con carbono (CA); y c) cultivos - agricultura (CR-AG) con cambio climático (CC). Esto es, temas de mitigación vinculados a temas de cultivos-agricultura. También se identifica un conjunto de temas agrícolas (cultivos, rendimientos, agricultura y prácticas agrícolas) vinculados con variabilidad climática (VC). El tema mitigación (MT) también aparece vinculado tanto a cultivos como a agricultura. Por el contrario, adaptación aparece con relaciones muy débiles con la mayoría de temas agrícolas, excepto con prácticas de adaptación (AP).

Por lo tanto, al combinar los grupos de artículos relacionados con las dimensiones de cambio climático y agricultura, los temas aglutinadores son dos. En primer lugar, temas de emisiones (carbono y gases de efecto invernadero), que pueden relacionarse con una agenda de investigación vinculada a temas de mitigación; y en segundo lugar, la variabilidad climática, más vinculada a la gestión de riesgos.

2. Temas de agricultura vs. temas mixtos

La red con los pares de relaciones entre tópicos agricultura y temas mixtos se presenta en el gráfico 24; y los indicadores de volumen de producción, centralidad y relevancia en el cuadro AII.6.

GRAFICO 24
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE TEMAS DE AGRICULTURA Y TEMAS MIXTOS EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold. Elaboración propia, a partir de datos Scopus (8 de abril 2014).

Nota: Cuadrados rellenos = temas de agricultura; círculos = temas mixtos.

La mayoría de los temas de agricultura se relacionan entre con los temas mixtos; la excepción es alimentos-alimentación (FD) que no se vincula con riesgo (RK) y tierra (LN). Y los mejores indicadores de centralidad y relevancia corresponden a los temas de agricultura, debido a que son

menos temas (8 vs. 16) y se relacionan con casi todos los temas mixtos. Eso se hace evidente en la ubicación de los temas agrícolas al centro de la red.

Esta red también excluye las relaciones al interior de cada grupo de temas (ver anexo). En los temas de agricultura, como ya se indicó, la relación más importante es entre agricultura (AG) y cultivos (CR) y de ambos con sistemas agrícolas (AS) y prácticas de manejo (MP). Entre los temas de mixtos las relaciones más importantes son: a) prácticas de manejo (MP) y suelos (SO) y de ambas con biodiversidad (BD) e impactos (IM); b) uso de la tierra (LU) y cambio de uso de la tierra (LC) y de ambos con aspectos sociales (SA), suelos (SO) y biodiversidad (BD); y c) cambio de uso de la tierra (LC) y prácticas de manejo (MP) y de ambas con biodiversidad (BD), suelos (SO) y aspectos sociales (SA). De tales relaciones se desprende que los temas de aspectos sociales (SA) y biodiversidad (BD) son temas aglutinadores. En el primer caso con temas de cambio de uso y uso de la tierra y prácticas de manejo; y en el segundo caso, además, con el tema suelos.

Las relaciones más importantes son de cultivos (CR) y agricultura (AG) con suelos (SO) y prácticas de manejo (MP), y de agricultura (AG) con uso de la tierra (LU) y cambio de uso de la tierra (LC). Estas 6 relaciones explican casi la cuarta parte (un 24,4%) del volumen total de producción científica en las 128 relaciones posibles (16 temas mixtos con 8 temas agrícolas). Otras relaciones importantes son de sistemas agrícolas (AS) con suelos (SO) y prácticas de manejo (MP) y de agricultura (AG) con biodiversidad (BD) y aspectos sociales (SA).

Dada la alta relación entre agricultura y cultivos, las relaciones apuntan a una agenda de investigación sobre cultivos agrícolas asociada a prácticas manejo, suelos, y uso y cambio de uso de la tierra (LU-LC), abarcando derivaciones hacia temas de biodiversidad (BD) y aspectos sociales (SA).

3. Temas de cambio climático vs. temas mixtos

La red de relaciones entre tópicos de cambio climático y temas mixtos se presenta en el gráfico 25 y los indicadores de volumen de producción, centralidad y relevancia en el cuadro AII.7.

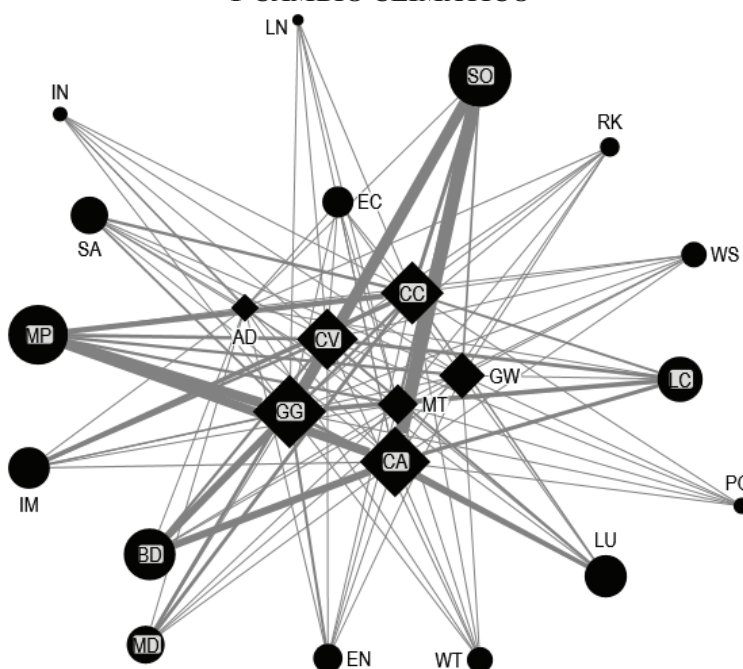
La red incluye un total de 105 relaciones de un total de 112 relaciones posibles (16 temas mixtos y 7 temas de cambio climático). Y los mejores indicadores de centralidad y relevancia corresponden a los temas de cambio climático, los cuales se ubican al centro de la red. Entre los temas de cambio climático hay cuatro conectados con todos los temas mixtos (carbono, cambio climático, variabilidad climática y gases de efecto invernadero) y 13 temas mixtos (excepto innovación, política y tierra) relacionados con los 7 temas de cambio climático.

En orden de importancia las 10 principales relaciones son: Carbono-suelos (CA-SO); calentamiento global-suelos (GW-SO); Calentamiento global-prácticas de manejo (GW-MP); carbono-prácticas de manejo (CA-MP); carbono-biodiversidad (CA-BD); gases efecto invernadero-biodiversidad (GG-BD); cambio climático-prácticas de manejo (CC-MP); variabilidad climática-suelos (CV-SO); gases efecto invernadero-cambio uso tierra (GG-LC); y cambio climático-impactos (CC-IM). Esas 10 relaciones explican un tercio del volumen total de producción en las 105 relaciones existentes; y las dos primeras explican casi un 10%.

De esas relaciones se infiere una agenda de investigación que junta los temas de carbono, cambio climático global y gases de efecto invernadero (CA-GW-BB-CC) con los temas de suelos, prácticas de manejo y biodiversidad (SO-MP-BD). Esto es, una agenda de temas de mitigación vinculada de manera muy importante a suelos, así como a biodiversidad.

Temas como innovación (IN), aspectos sociales (SA), aspectos económicos (EC), política (PO) y riesgos (RK) tienen muy poca importancia y no presentan patrones de relaciones importantes con los temas de cambio climático. El volumen de producción en las 35 relaciones entre esos 5 temas y los 7 temas de cambio climático es de 15,3%, correspondiendo un 10,8% a aspectos económicos y sociales (AE-EC) y únicamente 4,5% a innovación, políticas y riesgos.

GRAFICO 25
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE TEMAS DE CAMBIO CLIMÁTICO
Y TEMAS MIXTOS EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA
Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold. Elaboración propia, a partir de datos Scopus (8 de abril 2014).
 Nota: diamantes rellenos = temas de cambio climático; círculos = temas mixtos.

4. Análisis integrado de relaciones temáticas

En el Cuadro 20 se presenta un resumen de los indicadores de relacionamiento y densidad de las tres redes temáticas. La red más densa es la de temas de agricultura y temas de cambio climático (0,533), seguida de la red de agricultura y temas mixtos (0,457). Este es un resultado importante, pues se trata de los dos temas centrales de la investigación. Y en cuanto a centralidad entre nodos, los temas de cambio climático tienen mejores indicadores en las dos redes que participa, en tanto que agricultura supera a los temas mixtos.

CUADRO 20
AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED DE TEMAS

Temas	Agricultura vs. cambio climático	Agricultura vs. temas mixtos	Cambio climáticos vs. temas mixtos	Todos
Densidad	0,533	0,457	0,427	0,637
Vértices (temas)	15	24	23	31
Centralidad de nodos				
Temas agricultura	2,6	15,8		8,9
Temas cambio climático.	4,0		19,5	9,2
Temas mixtos		2,0	1,7	2,1

Fuente: elaboración propia.

La red completa con los tres grupos de temas se presenta en el gráfico 26. Los 10 temas más importantes por volumen de producción son, en orden de importancia: agricultura (AG), gases de efecto invernadero (GG), suelos (SO), carbono (CA), cultivos (CR), prácticas de manejo (MP), cambio climático (CC), variabilidad climática (CV), biodiversidad (BD) y cambio de uso de la tierra (LC). Estos temas están también involucrados en 16 de 17 relaciones en la red que representan individualmente más de un 1% del total de producción en las 296 relaciones posibles. Esas relaciones son:

- i) carbono-suelos (2.33%),
- ii) gases de efecto invernadero-suelos (1.97%),
- iii) gases de efecto invernadero-prácticas manejo (1.79%),
- iv) cultivos-suelos (1.74%),
- v) carbono-prácticas manejo (1.63%),
- vi) cultivos-prácticas de manejo (1.60%),
- vii) agricultura-suelos (1.58%),
- viii) agricultura-prácticas manejo (1.50%),
- ix) carbono-biodiversidad (1.39%),
- x) gases de efecto invernadero-biodiversidad (1.38%),
- xi) agricultura-cambio uso tierra (1.34%),
- xii) agricultura-uso de la tierra (1.33%),
- xiii) gases de efecto invernadero-cultivos (1.17%),
- xiv) gases de efecto invernadero-agricultura (1.10%),
- xv) cambio climático-prácticas manejo (1.10%),
- xvi) carbono-cultivos (1.07%),
- xvii) variabilidad climática-suelos (1.01%).

En conjunto esas 17 relaciones abarcan 25% del volumen total de producción involucrado en las relaciones potenciales que existen en la red.

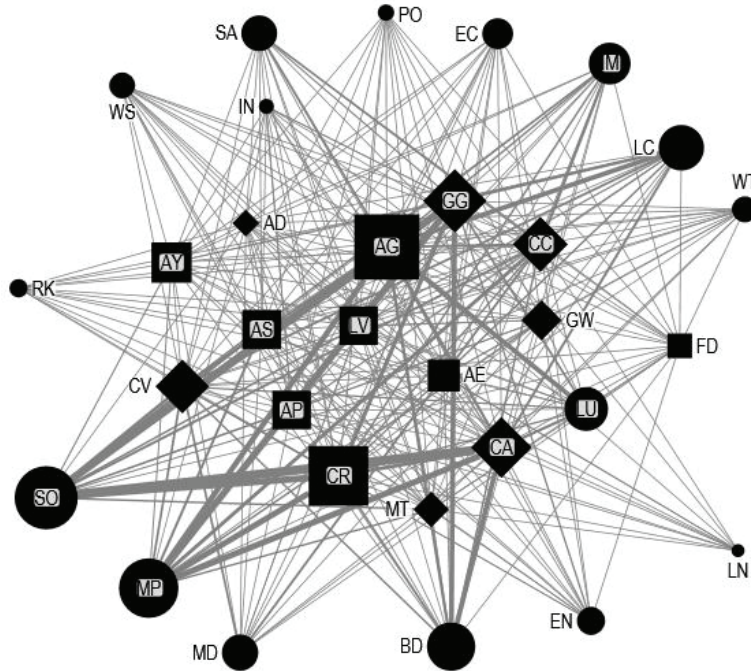
La red permite identificar dos ejes principales. El primer eje es dominado por artículos en los temas de cambio climático (CC), carbono (CA) y gases de efecto invernadero (GG), temas relacionados con cambio climático que se vinculan con los temas de suelos (SO), prácticas de manejo (MP), agricultura (AG), cultivos (CR) y cambio de uso de la tierra (LC). El segundo eje es dominado por los temas de agricultura (AG) y cultivos (CR), los cuales se vinculan con temas de prácticas de manejo (MP), suelos (SO), uso de la tierra (LU) y cambio de uso de la tierra (LC).

El primer grupo apunta a una agenda de investigación vinculada fundamentalmente con temas de mitigación y emisiones en la agricultura y abarca 8 de las 17 relaciones principales identificadas. El segundo grupo apunta a una agenda de investigación de naturaleza más agronómica, asociada a temas de suelos y sus vínculos con prácticas de manejo, uso y cambio de uso de la tierra; este eje incluye 6 de las 17 relaciones principales.

El primer grupo permite articular relatos sobre temas de investigación tales como los siguientes: *emisión de gases de efecto invernadero en la agricultura por cambio de uso de la tierra; potencial de almacenamiento de carbono en suelos como contribución de la agricultura para enfrentar el cambio climático; y prácticas de manejo para reducir la pérdida de carbono en suelos*. El segundo grupo, por su parte, sugiere narrativas del tipo: *uso y cambio de uso de la tierra en la*

agricultura; cambio de uso de la tierra por la expansión de cultivos; prácticas de manejo de cultivos para evitar la degradación de suelos.

GRAFICO 26
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN TEMÁTICAS (AGRICULTURA, CAMBIO CLIMÁTICO, TEMAS MIXTOS) EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold. Elaboración propia, a partir de datos Scopus (8 de abril 2014).

Nota: diamantes rellenos = temas de cambio climático; cuadrados rellenos = temas de agricultura; círculos = temas combinados.

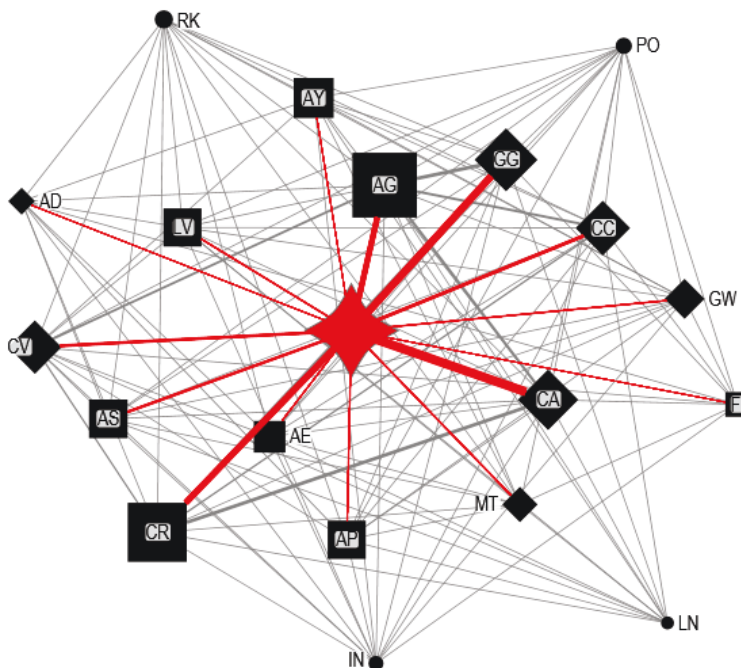
NodeXL genera una visualización alternativa de la red, denominada gráfico de los vértices por motivo (*graph's vertices by motif*). Un motivo (*motif*) es un conjunto de vértices que se conectan de una manera específica (vértices ancla) y cuya representación se hace de manera compacta. Esta visualización permite simplificar una red muy densa y complicada para hacerla más entendible.

El gráfico 27 presenta la visualización de los vértices por motivo correspondiente a la red intertemática completa. En este caso todos los vértices ancla cumplen la condición de tener 15 conexiones y se compactan al centro del gráfico en un motivo. Los vértices ancla son 12 temas mixtos que cumplen la condición de estar conectados con los 8 temas agrícolas y los 7 temas relacionados con cambio climático (denominados *span vertices*). Los únicos temas mixtos que no cumplen la condición son tierra (12 conexiones), e innovación, políticas y riesgo (14 conexiones), los cuales se muestran en la parte externa de la red.

El gráfico 28 muestra una representación resumida alternativa de la red temática restringida a las relaciones temáticas de los 10 temas con mayor volumen de producción científica. La red presenta una distribución muy bien definida: En el cuadrante noroeste se encuentran los cuatro temas mixtos: suelos, prácticas de manejo, cambio de uso de la tierra y biodiversidad. Y desde el centro hacia el cuadrante sureste se ubican, respectivamente, los temas vinculados con cambio climático (carbono,

gases de efecto invernadero, cambio climático y variabilidad climática) y los temas vinculados con agricultura (cultivos y agricultura).

GRAFICO 27
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: GRAFICO DE LOS VERTICES POR MOTIVO
DE LAS RELACIONES TEMÁTICAS EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: gráfico de vértices por motivo. Elaboración propia, a partir de datos Scopus (8 de abril 2014).

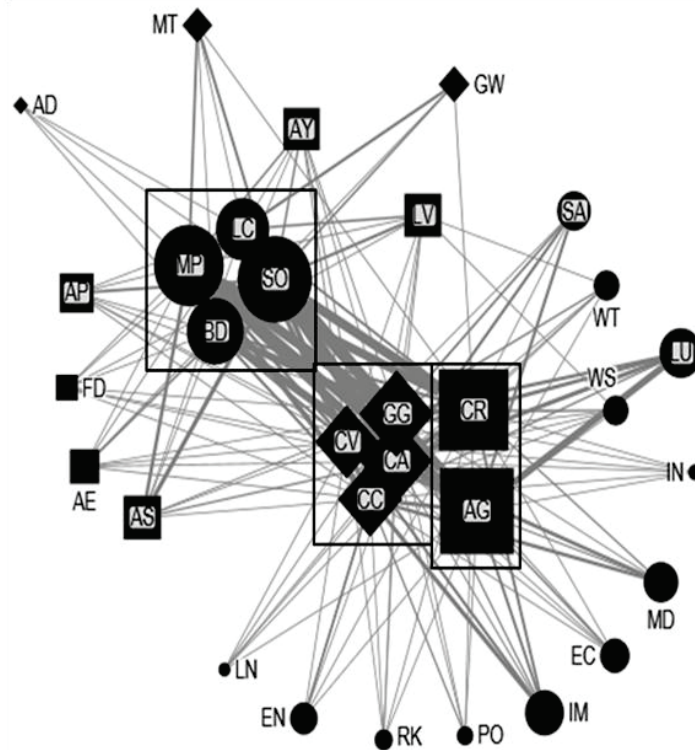
Nota: diamante central (bordes curvos) = temas ancla; diamantes negros = temas de cambio climático; cuadrados rellenos = temas de agricultura; círculos = temas mixtos que no son temas ancla.

La relación entre los principales temas en cada uno de los tres grupos de áreas temáticas permite identificar áreas de investigación:

- temas vinculados con agricultura (AG y CR) con temas vinculados con cambio climático (GG, CA, CC, CV): esta relación apunta a una agenda de investigación en temas de emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación dentro de la agricultura;
- temas vinculados con agricultura (AG y CR) con temas mixtos (SO, MP, LC, BD): sugieren una agenda de investigación agrícola vinculada a temas de expansión de la frontera agrícola; y
- temas mixtos (SO, MP, LC, BD) con temas de cambio climático (GG, CA, CC, CV): refieren a una agenda investigación también orientada por temas de emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación, pero más vinculada a la expansión de la frontera agrícola.

Finalmente, el gráfico 29 muestra una la visualización de los vértices por motivo (*graph's vertices by motif*) de la red de los 10 temas que dominan la producción científica sobre agricultura y cambio climático. El gráfico identifica 4 conjuntos de relaciones, cuya caracterización se resume en el cuadro 21.

GRAFICO 28
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN DE LOS 10 PRINCIPALES TEMAS DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



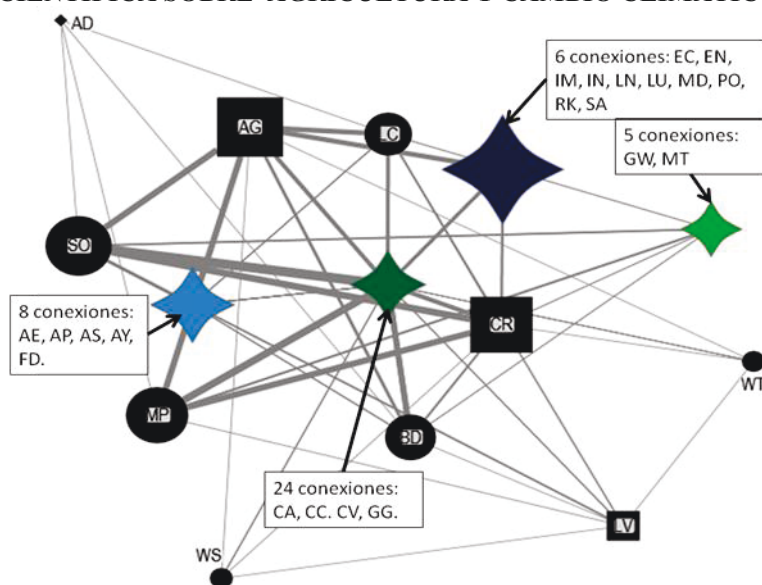
Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold. Elaboración propia, a partir de datos Scopus (8 de abril 2014).

Nota: diamantes rellenos = temas de cambio climático; cuadrados rellenos = temas de agricultura; círculos = temas mixtos.

El primer grupo incluye un conjunto de 4 temas (temas ancla) relacionados con cambio climático (carbono, gases de efecto invernadero, cambio climático y variabilidad climática), cada uno de los cuales se relacionan otros 24 temas (los 16 temas mixtos y los 8 temas relacionados con agricultura). Estos 4 temas ancla dominan la red y con sus relaciones definen la agenda de investigación más importante (96 relaciones); una agenda dominada por temas de cambio climático alrededor de las áreas de emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación.

El segundo grupo abarca 10 temas mixtos (temas ancla), la mayoría con bajos niveles de producción (aspectos económicos, energía, impactos, innovación, tierra y cambio de uso de la tierra, modelamiento, políticas, riesgos y aspectos sociales) que se relacionan cada uno con 6 temas (60 relaciones), entre los que se incluyen 2 temas de agricultura (cultivos y agricultura) y los 4 temas ancla del primer grupo (relacionados con agricultura). Este grupo se identifica también con una agenda de investigación articulada por temas de agricultura y cambio climático, pero más vinculados a temas de políticas y adaptación.

GRAFICO 29
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: GRAFICO DE LOS VERTICES POR MOTIVO DE LAS RELACION TEMÁTICAS DE LOS 10 TEMAS QUE DOMINAN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: gráfico de vértices por motivo. Elaboración propia, a partir de datos Scopus (8 de abril 2014).
 Nota: diamantes de bordes curvos = motivos; diamantes negros = temas de cambio climático que no son temas ancla; cuadrados rellenos = temas de agricultura que no son temas ancla; círculos = temas mixtos que no son temas ancla.

CUADRO 21
AMÉRICA LATINA: RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARÁCTERÍSTICAS DE LA RED CORRESPONDIENTE A LOS 10 TEMAS QUE DOMINAN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO (TEMAS ANCLA, TEMAS AGLUTINADORES Y CARACTERIZACIÓN)

Grupos y temas ancla	Temas aglutinadores	Caracterización
Grupo 1: Cuatro temas relacionados con cambio climático (Carbono; gases de efecto invernadero; cambio climático; y variabilidad climática).	24 temas: Los 16 temas mixtos y los 8 temas relacionados con agricultura.	Agenda de investigación dominada por temas de cambio climático relacionados con emisiones y mitigación.
Grupo 2: 10 temas mixtos con bajos niveles de producción: aspectos económicos; energía; impactos; innovación; tierra; cambio de uso de la tierra; modelamiento; políticas; riesgos; y aspectos sociales.	6 temas: Los dos 2 temas de agricultura más importantes (cultivos y agricultura) y los 4 temas ancla del Grupo 1.	Agenda de investigación articulada por temas de agricultura y cambio climático.
Grupo 3: Agroecología, prácticas de adaptación, sistemas agrícolas, rendimientos y alimentos-alimentación.	8 temas: Los 4 temas mixtos más importantes (suelos; prácticas de manejo; cambio de uso de la tierra; y biodiversidad) y los 4 temas ancla del grupo 1.	Agenda de investigación que vincula los temas agrícolas con menor volumen de producción con los principales temas mixtos y de cambio climático.
Grupo 4: 2 temas relacionados con cambio climático (calentamiento global y mitigación),	5 temas: Un tema agrícola (cultivos) y 4 temas mixtos (suelos; prácticas de manejo; cambio de uso de la tierra; y biodiversidad).	Agenda de investigación claramente articulada por temas de calentamiento global y mitigación, vinculada principalmente a temas de suelos cambio de uso de la tierra y prácticas de manejo.

Fuente: elaboración propia.

El tercer grupo incluye 5 temas ancla relacionados con agricultura (agroecología, prácticas de adaptación, sistemas agrícolas, rendimientos y alimentos-alimentación), cada uno de los cuales se vincula con 8 temas (40 relaciones), que incluyen los 4 temas mixtos más importantes (suelos, prácticas de manejo, cambio de uso de la tierra y biodiversidad) y los cuatro temas ancla relacionados con cambio climático del grupo 1. Es una agenda de investigación también sobre agricultura y cambio climático, pero asociada a los temas agrícolas con menor volumen de producción.

El cuarto grupo incluye 2 temas ancla relacionados con cambio climático (calentamiento global y mitigación), que se relacionan cada uno con 5 temas: un tema agrícola (cultivos) y los 4 temas mixtos más importantes (suelos, prácticas de manejo, cambio de uso de la tierra y biodiversidad). Se trata de una agenda de investigación claramente articulada por temas de calentamiento global y mitigación, vinculada principalmente a temas de suelos cambio de uso de la tierra y prácticas de manejo.

El primer grupo es el más importante, con un total de 96 relaciones y articulado por 4 temas ancla relacionados con cambio climático. Los grupos segundo y tercero están articulados ambos a los temas ancla que dominan el primer grupo. Y el cuarto grupo es independiente de los anteriores, y también está articulado por temas de cambio climático. El único de los temas de cambio climático que no está vinculado a ninguno de los cuatro grupos anteriores es adaptación.

VI. Resumen e implicaciones para las políticas de investigación y desarrollo e innovación en agricultura y cambio climático

El documento presenta un análisis exhaustivo sobre la producción científica en agricultura y cambio climático en América Latina, a partir de información derivada de la base de datos bibliométrica Scopus, que cubre más de 20.000 revistas científica indexadas alrededor del mundo. Se presentan comparaciones con la producción científica global en agricultura y en agricultura y cambio climático, se analizan tendencias globales y regionales en los volúmenes de producción, así como en materia de colaboración y de multidisciplinariedad.

El análisis descriptivo de los datos de América Latina con los datos globales durante las últimas dos décadas permitió identificar **grandes tendencias**, entre las que destacan:

1. La producción científica en agricultura y cambio climático ha sido más dinámica comparada con la producción científica global y en agricultura:

- i) En América Latina y a nivel global las producciones científicas en agricultura y en agricultura y cambio climático crecen a tasas mayores que la producción científica total;
- ii) En América Latina y a nivel global la producción científica en agricultura y cambio climático ha crecido a una tasa mayor que la producción científica en agricultura;

2. La producción científica en agricultura y en agricultura y cambio climático en América Latina se ha incrementado y la posición relativa de la región a nivel global ha mejorado.

- i) En América Latina las producciones científicas total, en agricultura y en agricultura y cambio climáticos crecen a tasas mayores que a nivel global;
- ii) En América Latina la producción científica en agricultura crece a una tasa mayor que la producción científica total;
- iii) Pese a la comparación favorable con las tendencias globales, las tasas de crecimiento de la producción científica en América Latina (global, en agricultura y en agricultura y cambio climático) son considerablemente menores que las que exhiben China y Corea del Sur.

3. *En la producción científica sobre agricultura y cambio climático América Latina y el Caribe exhibe mejores indicadores de colaboración que de multidisciplinariedad, comparado con el ámbito global.*

- i) Los niveles de colaboración en América Latina y el Caribe son considerablemente mayores que en el ámbito global y en ambos casos los coeficientes se han incrementado (comparando 2006-2012 y 2000-2005 con 1990-1999).
- ii) Los niveles de multidisciplinariedad en América Latina y el Caribe son menores que en el resto del mundo.

4. *Comparada con otros países y regiones del mundo, la multidisciplinariedad en la producción científica de América Latina y el Caribe sobre agricultura y cambio climático es débil.*

En materia de multidisciplinariedad se identificaron tres grupos de disciplinas de interés por su relación con diferentes ámbitos de la agenda de investigación sobre agricultura y cambio climático: a) la categoría de “ciencias de la vida interdisciplinarias” (bioquímica, genética y biología molecular) se considera un área puente entre la investigación en ciencias biotecnológicas y la investigación en agricultura, especialmente la vinculada a temas de adaptación; b) la categoría “ingeniería y ciencias de la computación, de la decisión y de los materiales” se considera un área puente entre las áreas de ciencias aplicadas tanto con la agricultura como con las áreas de “energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra”; y c) el área que agrupa “energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra” es importante para el abordaje de temas ambientales dentro de la agricultura. América Latina y el Caribe comparan desfavorablemente en todos esos ámbitos:

- i) en materia de publicaciones junto con el grupo de ingenierías, ciencias de la computación, ciencias de la decisión y ciencia de los materiales la comparación más desfavorable es con Corea del Sur, China y Japón;
- ii) en las publicaciones junto con el grupo de ciencias de la vida interdisciplinarias las comparaciones más desfavorables se dan con países de la OCDE, tanto en Asia (Corea, Japón), como en Europa (Italia, España & Portugal, Francia y Reino Unido) y en Norteamérica (Estados Unidos); y
- iii) en las publicaciones junto con el grupo de energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra la comparación es desfavorable con países que tienen una larga tradición de investigación agrícola (Reino Unido, Holanda, Estados Unidos), que destacan como potencias agroexportadoras (Australia y Nueva Zelanda y Canadá) o son reconocidos por su liderazgo en materia de investigación sobre cambio climático (Australia y Nueva Zelanda, Estados Unidos).

La investigación se complementó con una exploración de la producción científica en agricultura y cambio climático utilizando herramientas de **análisis de redes**, para examinar tendencias en colaboración y multidisciplinariedad a nivel subregional (Región Sur, Mesoamérica y Región Andina) y para el agregado regional, a partir de una base de datos creada específicamente para dicho propósito. Los principales resultados del análisis realizado se resumen en los siguientes elementos:

5. *Las principales relaciones de colaboración en la producción científica sobre agricultura y cambio climático se dan con socios externos; la colaboración intrarregional es débil.*

- i) En todas las subregiones y para el agregado regional el principal socio es un país externo a la región: en el total de la región, la Región Sur y Mesoamérica es Estados Unidos; y en la región Andina Francia.
- ii) Los 10 principales socios extra regionales, por volumen de colaboración, son Estados Unidos, Francia, el Reino Unido, Alemania, Bélgica, España, Canadá, Holanda, Australia

e Italia; y cuatro de esos países (Estados Unidos, Alemania, el Reino Unido y Canadá) son socios de todos los 15 países latinoamericanos incluidos en el análisis.

- iii) Las relaciones bilaterales más significativas en cada subregión se dan entre Colombia y Francia (Región Andina); Brasil y Estados Unidos (Región Sur); y México y Estados Unidos (Mesoamérica).

6. *Las principales relaciones de colaboración con socios intra y extra regionales son dominadas por un grupo reducido de países.*

- i) Los países con el mayor volumen de colaboración son, respectivamente, Colombia, Brasil, México, Perú, Costa Rica y Chile.
- ii) Dentro de sus respectivas subregiones los países con el mayor número de relaciones de colaboración son Brasil (34); Colombia (34); y México, Costa Rica y Cuba (29). También destacan Chile (29) y Perú (25)
- iii) Colombia destaca como el país que es socio para un mayor número de países de la región (*in degree*): 13 de los otros 14 países (excepto Uruguay). Le siguen Brasil (11 países) y Cuba (10 países), y México & Chile (9 países).

7. *La producción científica sobre agricultura y cambio climático en América Latina se concentra en un grupo reducido de temas.*

El análisis de los temas que dominan la agenda de investigación en cada subregión destaca:

- i) Los resultados indican que la agenda de investigación sobre agricultura y cambio climático está dominada por ocho temas: i) suelos, ii) prácticas de manejo, iii) cambio de uso del suelo, iv) biodiversidad, v) gases de efecto invernadero; vi) uso de la tierra, vii) agricultura y viii) variabilidad climática. Estos temas aparecen entre los 10 principales en todas las subregiones y en el agregado regional. Y cuatro de esos temas (suelos, prácticas de manejo, cambio de uso de la tierra y biodiversidad) aparecen entre los cinco primeros en las tres subregiones. Esos datos apuntan a una agenda de investigación dominada por temas de emisiones y de mitigación.
- ii) En la Región Sur la mayor centralidad se concentra en dos temas: uso de la tierra (LU) y prácticas de manejo (MP). En Mesoamérica hay cuatro temas que destacan por su centralidad: variabilidad climática (CV), cambio climático (CC), aspectos sociales (SA) e impactos (IM). Por el contrario, en la Región Andina no hay un grupo de temas con valores de centralidad elevados y notablemente diferentes entre sí.
- iii) Los países con investigación en un mayor número de áreas temáticas (total posible de 31) son: en la región sur Brasil & Chile (31) y Argentina (30); en Mesoamérica México (31) y Costa Rica (30), y en la Región Andina Colombia (30).

8. *Las redes de relaciones intertemáticas destacan la importancia de los temas de relacionados con la emisión de gases de efecto invernadero y de mitigación en la agenda de investigación sobre agricultura y cambio climático en la región.*

- Hay 10 temas que dominan en las principales relaciones intertemáticas, que en orden de importancia por volumen de producción son: agricultura, gases de efecto invernadero, suelos; carbono, cultivos, prácticas de manejo, cambio climático, variabilidad climática, biodiversidad y cambio de uso de la tierra.
- Esos 10 temas están involucrados en 16 de 17 relaciones en la red integrada que representan individualmente más de un 1% del total de producción en las 296 relaciones posibles. Las relaciones son: carbono-suelos (2.33%), gases de efecto invernadero-suelos (1.97%), gases de efecto invernadero-prácticas manejo (1.79%), cultivos-suelos (1.74%),

carbono-prácticas manejo (1.63%), cultivos-prácticas de manejo (1.60%), agricultura-suelos (1.58%), agricultura-prácticas manejo (1.50%), carbono-biodiversidad (1.39%), gases de efecto invernadero-biodiversidad (1.38%), agricultura-cambio uso tierra (1.34%), agricultura-uso de la tierra (1.33%), gases de efecto invernadero-cultivos (1.17%), gases de efecto invernadero-agricultura (1.10%), cambio climático-prácticas manejo (1.10%), carbono-cultivos (1.07%), variabilidad climática-suelos (1.01%).

- Las 17 relaciones anteriores representan un 25% del volumen total de producción científica involucrado en las 296 relaciones potenciales que existen en la red regional de investigación en temas de agricultura y cambio climático.
- Hay varios temas que son relevantes para una agenda de investigación sobre agricultura y cambio climático enfocada en la adaptación y que destacan por el poco volumen de producción científica que generan. Destacan los temas de innovación, políticas, riesgo y alimentación.

9. El análisis de la red intertemática restringido a los 10 temas más importantes (cuatro de cambio climático, dos de agricultura y cuatro temas mixtos) permite identificar cuatro grupos de agendas de investigación, en las que dominan los temas de mitigación; la agenda de investigación en adaptación es débil.

- i) El primer grupo incluye un conjunto de 4 temas (temas ancla) relacionados con cambio climático (carbono, gases de efecto invernadero, cambio climático y variabilidad climática), cada uno de los cuales se relacionan otros 24 temas (los 16 temas mixtos y los 8 temas relacionados con agricultura). Estos 4 temas ancla dominan la red y con sus relaciones definen la agenda de investigación más importante (96 relaciones); una agenda dominada por temas de cambio climático alrededor de las áreas de emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación.
- ii) El segundo grupo abarca 10 temas mixtos (temas ancla), la mayoría con bajos niveles de producción (aspectos económicos, energía, impactos, innovación, tierra y cambio de uso de la tierra, modelamiento, políticas, riesgos y aspectos sociales) que se relacionan cada uno con 6 temas (60 relaciones), entre los que se incluyen 2 temas de agricultura (cultivos y agricultura) y los 4 temas ancla del primer grupo (relacionados con agricultura). Este grupo se identifica también con una agenda de investigación articulada por temas de agricultura y cambio climático, pero más vinculados a temas de políticas y adaptación.
- iii) El tercer grupo incluye 5 temas ancla relacionados con agricultura (agroecología, prácticas de adaptación, sistemas agrícolas, rendimientos y alimentos-alimentación), cada uno de los cuales se vincula con 8 temas (40 relaciones), que incluyen los 4 temas mixtos más importantes (suelos, prácticas de manejo, cambio de uso de la tierra y biodiversidad) y los cuatro temas ancla relacionados con cambio climático del grupo 1. Es una agenda de investigación también sobre agricultura y cambio climático, pero asociada a los temas agrícolas con menor volumen de producción.
- iv) El cuarto grupo incluye 2 temas ancla relacionados con cambio climático (calentamiento global y mitigación), que se relacionan cada uno con 5 temas: un tema agrícola (cultivos) y los 4 temas mixtos más importantes (suelos, prácticas de manejo, cambio de uso de la tierra y biodiversidad). Se trata de una agenda de investigación claramente articulada por temas de calentamiento global y mitigación, vinculada principalmente a temas de suelos cambio de uso de la tierra y prácticas de manejo.
- v) El primer grupo es el más importante, con un total de 96 relaciones y articulado por 4 temas ancla relacionados con cambio climático. Los grupos segundo (60 relaciones) y tercero (40 relaciones) incluyen temas anclas agrícolas y mixtos con bajo nivel de producción que se vinculan a los temas ancla del primer grupo. Y el cuarto grupo es

independiente de los anteriores, pero también está articulado por temas de cambio climático (calentamiento global y mitigación).

- vi) El único de los temas de cambio climático que no está vinculado a ninguno de los cuatro grupos anteriores es adaptación. Sus vínculos son con temas de suelos, prácticas de manejo, cambio de uso de la tierra y biodiversidad.

10. Se requieren más colaboración intrarregional y mayor colaboración y un mejor abordaje de los temas de adaptación.

Con relación a la producción científica en agricultura y cambio climático los resultados anteriores destacan la importancia de:

- i) Promover una mayor colaboración entre países de la región. Países que ya cumplen un rol articulador importante para potenciar una mayor colaboración son Brasil y Chile en la Subregión Sur; México, Costa Rica y Cuba en Mesoamérica y Colombia en la Subregión Andina;
- ii) Promover agendas de investigación que otorguen mayor relevancia a temas de adaptación, así como a temas de políticas, impactos y seguridad alimentaria. Los resultados derivados de la red inter-temática correspondiente a los 10 temas con mayor volumen de producción identifican agendas de investigación claramente dominadas por temas de cambio climático.

11. Brechas de investigación, temas relevantes y algunas preguntas para la agenda de investigación sobre agricultura y cambio climático.

También se identifican brechas de investigación y temas relevantes que, según los datos presentados, no están siendo abordados con relevancia en la agenda de investigación sobre agricultura y cambio climático, entre los que destacan:

- i) Adaptación de sistemas productivos (incluye lo humano) vs. adaptación de cultivos. Enfoques sistémicos que incluyan los aspectos humanos y sociales, más allá de especificidades de cultivo, y su interrelación con otros temas. Por ejemplo, agroecosistemas, prácticas agrícolas y aspectos sociales.
- ii) Temas de innovación y tecnologías para la adaptación. Se registra un débil vínculo entre temas de innovación y temas de adaptación.
- iii) Sinergias entre la mitigación y la adaptación al cambio climático. Los temas de adaptación tienden a ser independientes de los temas de mitigación. Dado que el término agricultura climáticamente inteligente surge el año 2010, podríamos esperar que a partir de ese año puedan aparecer más artículos en esa línea.
- iv) Dentro del ámbito de la adaptación, la agenda de investigación debiera estar dilucidando cómo se mide la capacidad de adaptación. Por ejemplo, para la determinación de cuáles son los “tipos” de adaptación y los “senderos o rutas” de adaptación, que ofrezcan rangos de opciones para orientar la adaptación en base a los cambios que se van presentando. Adaptación incremental, sistémica, de transformación, son temas que no están siendo estudiados en nuestra región.

Finalmente, el estudio deja planteadas algunas preguntas; por ejemplo: ¿Qué nuevas temáticas pueden ser de interés para orientar la investigación en agricultura y cambio climático América latina y el Caribe? ¿Qué prioridades nacionales y subregionales existen? ¿Hay ecosistemas que se podrían ser de mayor interés (Chaco, Amazonia, Centroamérica, Andes)? ¿Tiene coherencia generar agendas de investigación por subregiones? ¿Qué cultivos específicos y de sistemas agrícolas son de mayor interés?

Bibliografía

- Baker, E. (1996). *A brief excursion into three agricultural revolutions*. 4th Annual Lecture, Kuehnast Lecture Series, Department of Soil, Water, and Climate, University of Minnesota.
- Brockman, M. (Editor) (2011). *Future Science (Essays From the Cutting Edge*. Vintage Books, New York, CEPAL, FAO, IICA (2011). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2010*. IICA, San José, Costa Rica.
- Deerwester, S.; Dumas, S.; Fumas, G. & Landauer, T. (1990). *Journal of the American Society for Information Science*, 41 (6), pp. 391-407.
- Donohoe, Aaron; Armour, Kyle; Pendergrass, Angeline; & Battisti, David (2014). Shortwave and longwave radiative contributions to global warming under increasing CO₂. *PNAS*, 111 (47), pp. 16700-16705; November 10.
- Diamond, Jarred (2006). *Armas, gérmenes y acero: breve historia de la humanidad en los últimos trece mil años*. Traducción de Fabián Chueca (Guns, germs and steel, publicado originalmente en 1997). Editorial Debate, Barcelona, España.
- Fruchterman, T. & Reingold, E. (1991). Graph Drawing by Force-directed Placement. *Software—Practice and Experience*, 21 (11), pp. 1129-1164.
- Mazoyer, M, & Roudart, L. (2006). *A history of world agriculture: from the neolithic to the current crisis*. Monthly Review Press, New York.
- Schmidt, S. (2008). *The Coming Convergence (The Surprising Ways Diverse Technologies Interact to Shape Our World and Change the Future)*. Prometheus Books, Amherst, USA.

Anexos

Anexo 1 Aspectos metodológicos

**CUADRO A. 1
DETALLE DE LOS TÉRMINOS UTILIZADOS EN LA BÚSQUEDA C3**

Cambio climático	Agricultura	Regiones y países
("greenhouse gases")	<i>agriculture</i>	panama
("greenhouse gas")	<i>food</i>	panamanian
("greenhouse mitigation")	<i>livestock</i>	"costa rica"
("greenhouse reduction")	<i>farming</i>	"costa rican"
("ghg mitigation")	<i>farm</i>	nicaragua
("ghg reduction")	<i>rural</i>	nicaraguan
("carbon dioxide")	<i>yield</i>	"el salvador"
("carbon emission")	<i>crop</i>	salvadoran
("carbon emissions")	<i>agronomic</i>	honduras
("carbon pools")	<i>agronomy</i>	honduran
("carbon accounting")	<i>grain</i>	guatemala
("carbon flux")	<i>meat</i>	guatemalan
("carbon budget")	<i>irrigation</i>	mexico
("Carbon footprinting")	<i>irrigated</i>	mexican
("Carbon footprint")	<i>"rain-feed"</i>	cuba
("carbon loss")	<i>pest</i>	cuban
(methane)	<i>grassland</i>	"Latin America"
("land use change")	<i>diseases</i>	"Latin American"
("soil carbon")		"South America"
("Biomass carbon")		"South American"
("Carbon sequestration")		andes
("emission trading")		andean
("emission control")		amazon
("Climate impact")		amazonia
("climatic impact")		amazonian
("climate risk exposure")		"Central America"
("Climate vulnerability")		"Central American"
("climatic vulnerability")		caribbean
("climate migration")		argentina
("climate migrant")		argentinian
("climate adaptation")		Argentinean
("climate adaptability")		brazil
("climatic adaptation")		brazilian
("climatic adaptability")		brasil
("adaptive response")		chile
("adaptive capacity")		chilean
("adaptive strategies")		uruguay
("climate resilience")		uruguayan
("climatic resilience")		paraguay
("climate resilient")		paraguayan
("climate change")		bolivia
("climate variability")		bolivian
("climatic variability")		peru
("global change")		peruvian
("global warming")		ecuador
("climatic change")		ecuadorian
("CO2")		colombia

Cuadro A.1 conclusión

Cambio climático	Agricultura	Regiones y países
("Climate effect")		colombian
("Greenhouse effect")		venezuela
("Carbon stock")		venezuelan
("Nitrous oxide")		
("Carbon storage")		
("crop adaptation")		
("GHG emissions")		
("Carbon sink")		
("greenhouse emissions")		
("ghg emissions")		
("Carbon equivalent")		
("Carbon neutral")		
("Carbon trading")		

Fuente: elaboración propia.

CUADRO A.2

GRAMÁTICA SCOPUS PARA LA BUSQUEDA AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMATICO C3

(TITLE-ABS-KEY(("greenhouse gases") OR ("greenhouse gas") OR ("greenhouse mitigation") OR ("greenhouse reduction") OR ("ghg mitigation") OR ("ghg reduction") OR ("carbon dioxide") OR ("carbon emission") OR ("carbon emissions") OR ("carbon pools") OR ("carbon accounting") OR ("carbon flux") OR ("carbon budget") OR ("Carbon footprinting") OR ("Carbon footprint") OR ("carbon loss") OR (methane) OR ("land use change") OR ("soil carbon") OR ("Biomass carbon") OR ("Carbon sequestration") OR ("Carbon loss") OR ("emission trading") OR ("emission control") OR ("Climate impact") OR ("climatic impact") OR ("climate risk exposure") OR ("Climate vulnerability") OR ("climatic vulnerability") OR ("climate migration") OR ("climate migrant") OR ("climate adaptation") OR ("climate adaptability") OR ("climatic adaptation") OR ("climatic adaptability") OR ("adaptive response") OR ("adaptive capacity") OR ("adaptive strategies") OR ("climate resilience") OR ("climatic resilience") OR ("climate resilient") OR ("climate change") OR ("climate variability") OR ("climatic variability") OR ("global change") OR ("global warming") OR ("climatic change") OR ("greenhouse emissions") OR ("ghg emissions") OR ("carbon storage") OR ("crops adaptation") OR ("carbon stock") OR ("carbon sink") OR ("climate effect") OR ("carbon trading") OR ("greenhouse effect") OR ("carbon equivalent") OR ("carbon neutral") OR ("nitrous oxide") OR ("co2")) AND TITLE-ABS-KEY(agriculture OR food OR livestock OR farming OR farm OR rural OR yield OR crop OR agronomic OR agronomy OR grain OR meat OR irrigation OR irrigated OR ("rain-feed") OR pest OR grassland OR diseases) AND TITLE-ABS-KEY(panama OR panamanian OR ("costa rica") OR ("costa rican") OR nicaragua OR nicaraguan OR ("el salvador") OR salvadoran OR honduras OR honduran OR guatemala OR guatemalan OR mexico OR mexican OR cuba OR cuban OR ("Latin America") OR ("Latin American") OR ("South America") OR ("South American") OR andes OR andean OR amazon OR amazonia OR amazonian OR ("Central America") OR ("Central American") OR caribbean OR argentina OR argentinian OR Argentinean OR brazil OR brazilian OR brasil OR chile OR chilean OR uruguay OR uruguayan OR paraguay OR paraguayan OR bolivia OR bolivian OR peru OR peruvian OR ecuador OR ecuadorian OR colombia OR colombian OR venezuela OR venezuelan)) AND SUBJAREA(mult OR agri OR vete OR bioc OR eart OR ener OR engi OR envi OR comp OR busi OR deci OR econ OR soci OR deci OR econ OR mate OR math OR phys OR ceng OR CHEM OR arts OR psyc) AND AFFILCOUNTRY(Belize OR Jamaica OR "Trinidad and Tobago" OR Barbados OR Guyana OR "Saint Lucia" OR Grenada OR "Saint Kitts and Nevis" OR "vincent and the grenadines" OR "Antigua and Barbuda" OR Bahamas OR Dominica OR Suriname OR Cuba OR Haiti OR "Dominican Republic" OR "Republica Dominicana" OR Brasil OR Brazil OR Argentina OR Chile OR Uruguay OR Paraguay OR Colombia OR Venezuela OR Ecuador OR Peru OR Bolivia OR "costa rica" OR Panama OR Nicaragua OR Honduras OR "El Salvador" OR Guatemala OR Mexico) AND PUBYEAR > 1989 AND PUBYEAR < 2013

Fuente: elaboración propia.

CUADRO A.3
CLASIFICACIÓN DE KEYWORDS

<p>AD: ADAPTATION AdaptiveCapacity+Adaptation+AdaptationInstitution</p> <p>CA: CARBON C+SoilCarbonIssues+CarbonCiclo+Carbon_Isotope+Carbon_Flux+Carbon_Stock+Carbon_Storage+Carbon_Sink+Carbon_Sources+SoilMicrobialCarbonBiomass+OrganicCarbon+CarbonMaterial</p> <p>CC: CLIMATE CHANGE ClimChange+CaribbeanClimateChange+ClimateControl+ClimateFactors</p> <p>CV: CLIMATE VARIABILITY CV:precipitation+ClimateVariability+Drought+Temperature+ClimateConditions+WeatherChange</p> <p>GG: GHG Carbon_Dioxide+Greenhouse_Gas_Ghg+Carbon_Emission+NitrousOxideIssues+SoilEmissions+GHGEmissions+EmissionControl+Co2+Methane+AgriculturalEmission+NitrousOxide+Emission_Inventory+EmissionCo2+EmissionFactors</p> <p>GW: GLOBAL WARMING Greenhouse_Effect+GlobalWarming+GlobalChange+GlobalClimateChange</p> <p>MT: MITIGATION SoilCarbonSequestration+Carbon_Sequestration+Greenhouse_Gas_Mitigation+EmissionsMitigation+Co2Sequestration</p>	<p>AE: AGROECOLOGICAL SYSTEMS: AgroEcosystems+Semi-arid+AgriculturalEcosystem</p> <p>AP: AGRICULTURAL PRACTICES IrrigationWater+Adaptation+IrrigationSystem+Water_Shortage+IrrigationDistrict+OrganicFertilization+Agrochemicals</p> <p>AG: AGRICULTURE Agriculture+AgricProd+Agronomy+Farm+AgricExpan+AgricIntens</p> <p>AS: AGRICULTURAL SYSTEMS AS:FarmingSystems+CropSystems+Agroecology+ConventionalCultivation+OrganicCultivation+ExtensiveAgri+OrganicHorticulture+OrganicOrchard+OrganicProduction</p> <p>AY: AGRICULTURAL YIELD, CROP YIELD ImpactCConYield + YieldEstimation + CropGrowth + CropImprovement + GrainSize</p> <p>CR: CROPS CR:Crops+FarmCrops+Grain+CropCo-efficient+CropFields+GrainCrops+GrainQuality+Fruits+Soybean+CropProduction</p> <p>FD: FOOD FoodProduction+FoodQuality+FoodSystems+Food+FoodSecurity+FoodAvailability+FoodProducts</p> <p>LV: LIVESTOCK GrasslandIssues+LivestockIssues+MeatProductions+CropLivestock</p> <p>MP: MANAGEMENT PRACTICES Management+AgricPrac+CropRotation+Agroforestry+AgrManagSyst+LandManagement+SustainabilityPractices+Conservation+CropManag+TillageSystems+ReducedTillage+CropFertilization+AgronomicPractices+PrecisionAgriculture+SoilTill+IndustrialPractice+AgriculturalSustainability+EnvirSustainability+SmallScaleFarming+CropClimateSuitability+OrganicLayers</p>	<p>BD: BIODIVERSITY Biomass+GeneticIssues+Biofertilizer+BiomassProductions+Earthworm+Biodiversity+Bioindicator+MicrobialBiomass+OrganicMatter+MicrobialOthers</p> <p>EC: ECONOMIC ISSUES Carbon_Markets+EconomicAnalysis</p> <p>EN: ENERGY DryMatter+Energy+Biofuel+Bioenergy+EnergyConservation</p> <p>IM: IMPACTS IM:Diseases+Frost+ClimateEffect+Vulnerability+Erosion+CropDamage+EnvirChange+EnvironmentExposure+SoilLoss+EnvironmentalImpacts</p> <p>IN: INNOVATION Bioengineering+AgriculturalTechnology</p> <p>MD: MODELING MD:ClimModels+ClimateTrends+Agrometeorology+AgricModeling+CropModeling+Geostatistics+Climatology+GrainModel+ProspectiveStudies+WaterUseModeling</p> <p>LC: LAND CHANGE Deforestation+LandUseChange+LandClearance</p> <p>LN: LAND (not land use, not land change) Cropland+LandQuality+LandClass</p> <p>LU: LAND USE LandUse+AgriculturalLand+Vegetation+Surface+LandUseSystems</p> <p>PO: POLICIES PolicyApproach</p> <p>RK: RISK Risk_Perception+ClimaticRisks+Risk_Assessment+Risk_Management+EnvironmentalRisk+Risk_Mitigation+Insurance</p> <p>SA: SOCIAL ASPECTS SA:AgrarianChange+AgriculturalWorker+SocialAspects+HumanBehaviour+Anthropogenic+FamilyFarm</p>
---	--	---

Cuadro A.3 conclusión

		<p>SO: SOIL SoilOrganicCarbon+SoilQuality+SoilErosionIssues+AgriculturalSoil+SoilWater+SoilFertility +SoilManagement+SoilNitrogen+SoilEcosystem +SoilProperty +SoilTypes +SoilAnalysis+SoilAggregation+SoilRestoration+Nutrient+SoilCarbonStocks+SoilAcidification+SoilSurface+Phosphate+PedotransferFunctions+Andisol+SoilConservation+Geomorphology+SoilUse+ContaminatedSoils+OrganicPh+SoilCharacter+SoilPorosity</p> <p>WS: WASTE, RESIDUES WS:CropResidues+SedimentIssues+SoilPollution+IndustrialResidues+OrganicResidues+OrganicCompounds+OrganicFractions+OrganicManure+OrganicMicropollutants+OrganicWastes</p> <p>WT: WATER WT:WaterSupply+WaterUseEfficiency+Flood_Control+Water_Treatment+WaterUse+CropWaterUse+WaterSupply+WaterUseEfficiency+Flood_Control+Water_Treatment+WaterUse+AgriculturalWater+CropWaterUse</p>
--	--	---

Fuente: elaboración propia.

Nota: los términos no se traducen para facilitarle al lector la posibilidad de replicar la búsqueda.

Anexo 2 Complemento estadístico

CUADRO A.4
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: 25 PRINCIPALES CENTROS DE AFILIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, 1990-2012

Posición	Afiliación	País	Tipo	Porcentaje
1	Universidade de Sao Paulo	Brasil	Universidad	9,9
2	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa	Brasil	Público	5,6
3	Universidad Nacional Autónoma de México	México	Universidad	5,2
4	Universidad de Buenos Aires	Argentina	Universidad	5,1
5	Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas	Argentina	Público	3,4
6	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Brasil	Universidad	3,3
7	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Buenos Aires	Argentina	Público	2,5
8	Universidade Estadual de Campinas	Brasil	Universidad	2,4
9	University of Concepcion - Chile	Chile	Universidad	2,1
10	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	Brasil	Público	2,1
11	Universidade Federal de Vicosa	Brasil	Universidad	2,1
12	Universidade de Brasilia	Brasil	Universidad	2,1
13	Universidad de Chile	Chile	Universidad	2,0
14	UNESP-Universidade Estadual Paulista	Brasil	Universidad	1,8
15	Centro Internacional de Agricultura Tropical	Colombia	Internacional	1,8
16	Pontificia Universidad Católica de Chile	Chile	Universidad	1,7
17	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Brasil	Universidad	1,6
18	Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo	México	Internacional	1,6
19	Universidade Federal do Parana	Brasil	Universidad	1,5
20	Universidade Federal de Santa Maria	Brasil	Universidad	1,5
21	University of Florida	Estados Unidos	Universidad	1,5
22	Universidad Austral de Chile	Chile	Universidad	1,4
23	Universidad Nacional de Colombia	Colombia	Universidad	1,4
24	Instituto Nacional de Pesquisas Da Amazonia	Brasil	Público	1,4
25	Smithsonian Tropical Research Institute	Panamá	Privado	1,3

Fuente: abril 2014, Criterio 3.

CUADRO A.5
CONO SUR: 25 PRINCIPALES CENTROS DE AFILIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN
CIENTÍFICA EN AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, 1990-2012
(Distribución relativa entre los principales 25 centros, n = 1561)

Posición	Afiliación	País	Tipo	Porcentaje
1	Universidade de Sao Paulo	Brasil	Universidad	14,9
2	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa	Brasil	Público	8,5
3	Universidad de Buenos Aires	Argentina	Universidad	7,8
4	Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas	Argentina	Público	5,1
5	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Brasil	Universidad	5,0
6	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Buenos Aires	Argentina	Público	3,8
7	Universidade Estadual de Campinas	Brasil	Universidad	3,7
8	Universidad de Concepción - Chile	Chile	Universidad	3,2
9	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	Brasil	Público	3,1
10	Universidade Federal de Vicosa	Brasil	Universidad	3,1
11	Universidade de Brasilia	Brasil	Universidad	3,1
12	Universidad de Chile	Chile	Universidad	2,9
13	UNESP-Universidade Estadual Paulista	Brasil	Universidad	2,7
14	Pontificia Universidad Católica de Chile	Chile	Universidad	2,4
15	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Brasil	Universidad	2,4
16	Universidade Federal do Parana	Brasil	Universidad	2,3
17	Universidade Federal de Santa Maria	Brasil	Universidad	2,3
18	Universidad Austral de Chile	Chile	Universidad	2,2
19	Instituto Nacional de Pesquisas Da Amazonia	Brasil	Público	2,0
20	University of Florida	Estados Unidos	Universidad	1,6
21	Woods Hole Oceanographic Institution	Estados Unidos	Público	1,5
22	Universidade Federal de Minas Gerais	Brasil	Universidad	1,5
23	IRD Centre de Montpellier	Francia	Público	1,4
24	Universidade Federal de Lavras	Brasil	Universidad	1,4
25	Universidad Nacional de Córdoba	Argentina	Universidad	1,4

Fuente: abril 2014, Criterio 3.

CUADRO A.6
REGIÓN ANDINA: 25 PRINCIPALES CENTROS DE AFILIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN
CIENTÍFICA EN AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, 1990-2012
(Distribución relativa entre los principales 25 centros, n = 309)

Posición	Afiliación	País	Tipo	Porcentaje
1	Centro Internacional de Agricultura Tropical	Colombia	Internacional	13,6
2	Universidad Nacional de Colombia	Colombia	Universidad	10,7
3	Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas	Venezuela (República Bolivariana de)	Público	5,2
4	Universidad Peruana Cayetano Heredia	Perú	Universidad	5,2
5	Universidad De Los Andes, Merida	Venezuela (República Bolivariana de)	Universidad	4,2
6	Katholieke Universiteit Leuven	Bélgica	Universidad	3,6
7	Universidad Javeriana	Colombia	Universidad	3,6
8	Universidad Central de Venezuela	Venezuela (República Bolivariana de)	Universidad	3,2
9	Centro Internacional de la Papa, Lima	Perú	Internacional	3,2
10	University of Cuenca	Ecuador	Universidad	3,2
11	Universidad Simón Bolívar	Venezuela (República Bolivariana de)	Universidad	2,9

Cuadro A.6 conclusión

Posición	Afiliación	País	Tipo	Porcentaje
12	University of Oxford	Inglaterra	Universidad	2,6
13	Universidad De Los Andes Facultad de Ciencias	Colombia	Universidad	2,3
14	University of Leeds	Inglaterra	Universidad	2,3
15	Universidad de Antioquia	Colombia	Universidad	2,3
16	Universidad Mayor de San Andrés Bolivia Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa	Bolivia (Estado Plurinacional de) Brasil	Universidad	2,3
17	Wageningen University and Research Centre	Holanda	Público	1,9
18	University of Amsterdam	Holanda	Universidad	1,9
19	University of Florida	Estados Unidos	Universidad	1,9
20	IRD Centre de Montpellier	Francia	Universidad	1,9
21	CIRAD Centre de Recherche de Montpellier	Francia	Público	1,6
22	University of Edinburgh	Francia	Público	1,6
23	University of Queensland	Escocia	Universidad	1,6
24	Universidad del Valle	Australia	Universidad	1,6
25		Colombia	Universidad	1,6

Fuente: 8 de febrero 2014.

CUADRO A.7
MESOAMÉRICA: 25 PRINCIPALES CENTROS DE AFILIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN
CIENTÍFICA EN AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO, 1990-2012
(Distribución relativa entre los principales 25 centros, n = 554)

Posición	Afiliación	País	Tipo	Porcentaje
1	Universidad Nacional Autónoma de México	México	Universidad	22,2
2	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo	México	Internacional	6,7
3	Colegio de Postgraduados	México	Universidad	5,6
4	Smithsonian Tropical Research Institute	Panamá	Privado	5,4
5	El Colegio de la Frontera Sur	México	Universidad	5,2
6	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	México	Público	4,9
7	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	México	Público	3,2
8	Instituto de Ecología, A.C.	México	Público	3,1
9	Instituto Politécnico Nacional	México	Universidad	2,7
10	Instituto Nacional de Salud Pública	México	Público	2,5
11	Center for Tropical Agricultural Research and Education Costa Rica	Costa Rica	Internacional	2,5
12	Yale University	Estados Unidos	Universidad	2,0
13	Ohio State University	Estados Unidos	Universidad	1,8
14	Instituto Mexicano del Seguro Social	México	Público	1,8
15	Universidad Autónoma de Chapingo	México	Universidad	1,8
16	Stanford University	Estados Unidos	Universidad	1,8
17	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	México	Universidad	1,6
18	Universidad de Guadalajara	México	Universidad	1,6
19	Arizona State University	Estados Unidos	Universidad	1,6
20	Tecnológico de Monterrey	México	Universidad	1,4
21	Instituto Nacional de Ecología	México	Público	1,4
22	Instituto Mexicano Del Petroleo	México	Público	1,4
23	Centro de Investigaciones Biológicas Del Noroeste	México	Público	1,4
24	Centro Internacional de Agricultura Tropical	Colombia	Internacional	1,4
25	Universidad de Costa Rica	Costa Rica	Universidad	1,4

Fuente: abril 2014, criterio 3.

CUADRO A.8
AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED TEMÁTICA
AGRICULTURA VS. CAMBIO CLIMÁTICO

Temas	Volumen	Relaciones temáticas	Centralidad entre nodos (Betweenness)	PageRank
AD	30,7	8	4,00	1,07
CA	101,7	8	4,00	1,07
CC	86,8	8	4,00	1,07
CV	84,6	8	4,00	1,07
GG	110,4	8	4,00	1,07
MT	39,4	8	4,00	1,07
GW	46,5	8	4,00	1,07
AE	26,8	7	2,63	0,94
AG	125,6	7	2,63	0,94
AP	55,8	7	2,63	0,94
AS	50,0	7	2,63	0,94
AY	59,1	7	2,63	0,94
CR	116,5	7	2,63	0,94
FD	21,9	7	2,63	0,94
LV	44,2	7	2,63	0,94

Fuente: elaboración propia.

CUADRO A.9
AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED TEMÁTICA
AGRICULTURA VS. TEMAS MIXTOS

Temas	Volumen	Relaciones temáticas	Centralidad entre nodos	PageRank
AE	36,1	16	15,80	1,48
AG	142,0	16	15,80	1,48
AP	43,8	16	15,80	1,48
AS	48,1	16	15,80	1,48
AY	48,9	16	15,80	1,48
CR	112,9	16	15,80	1,48
LV	49,4	16	15,80	1,48
FD	18,8	14	11,38	1,31
BD	45,1	8	1,96	0,78
EC	21,6	8	1,96	0,78
EN	16,5	8	1,96	0,78
IM	40,6	8	1,96	0,78
IN	5,6	8	1,96	0,78
MD	27,2	8	1,96	0,78
LC	47,6	8	1,96	0,78
MP	79,7	8	1,96	0,78
LU	47,3	8	1,96	0,78
PO	6,4	8	1,96	0,78
SA	26,2	8	1,96	0,78
SO	93,2	8	1,96	0,78
WS	16,0	8	1,96	0,78
WT	15,4	8	1,96	0,78
LN	5,1	7	1,31	0,70
RK	6,7	7	1,31	0,70

Fuente: elaboración propia.

CUADRO A.10
AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED TEMÁTICA
CAMBIO CLIMÁTICO VS. TEMAS MIXTOS

Temas	Volumen	Relaciones temáticas	Centralidad entre nodos (Betweenness)	PageRank
CA	109,9	16	19,47	1,65
CC	88,1	16	19,47	1,65
CV	83,2	16	19,47	1,65
GG	118,8	16	19,47	1,65
MT	35,7	15	16,64	1,55
GW	47,1	15	16,01	1,55
AD	17,2	14	13,46	1,45
BD	58,6	7	1,70	0,76
EC	21,4	7	1,70	0,76
EN	18,9	7	1,70	0,76
IM	37,9	7	1,70	0,76
MD	31,7	7	1,70	0,76
LC	45,2	7	1,70	0,76
MP	78,4	7	1,70	0,76
LU	39,3	7	1,70	0,76
RK	8,5	7	1,70	0,76
SA	31,0	7	1,70	0,76
SO	86,1	7	1,70	0,76
WS	14,4	7	1,70	0,76
WT	14,9	7	1,70	0,76
IN	4,9	6	1,17	0,68
PO	6,0	6	1,10	0,68
LN	2,9	5	0,69	0,59

Fuente: elaboración propia.

CUADRO A.11
AMÉRICA LATINA: INDICADORES DE LA RED INTERTEMÁTICA
CAMBIO CLIMÁTICO VS. AGRICULTURA VS. TEMAS MIXTOS

Temas	Volumen	Relaciones temáticas	Centralidad entre nodos (Betweenness)	PageRank
AG	152,6	23	8,88	1,19
GG	145,3	24	9,22	1,23
SO	144,4	15	2,09	0,81
CA	134,2	24	9,22	1,23
CR	127,6	23	8,88	1,19
MP	127,6	15	2,09	0,81
CC	109,6	24	9,22	1,23
CV	104,5	24	9,22	1,23
BD	84,7	15	2,09	0,81
LC	74,8	15	2,09	0,81
LU	69,4	15	2,09	0,81
IM	63,2	15	2,09	0,81
GW	58,6	24	9,22	1,23
AY	58,5	23	8,88	1,19
AS	54,5	23	8,88	1,19

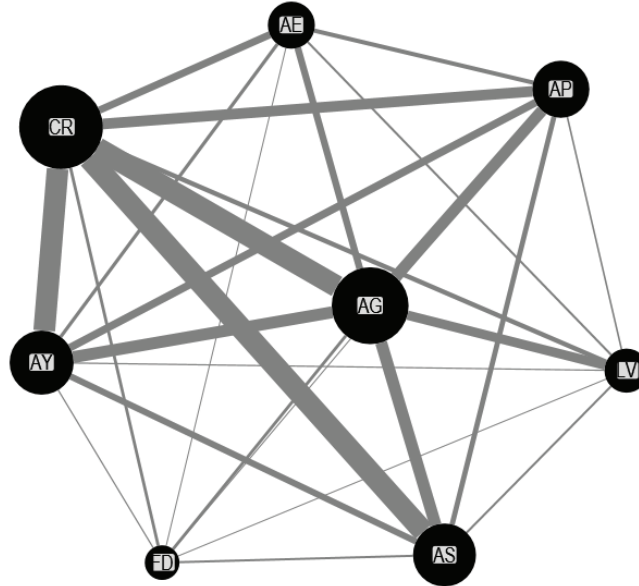
Cuadro A.11 conclusión

Temas	Volumen	Relaciones temáticas	Centralidad entre nodos (Betweenness)	PageRank
AP	53,5	23	8,88	1,19
LV	53,3	23	8,88	1,19
MD	47,8	15	2,09	0,81
SA	46,5	15	2,09	0,81
MT	46,0	24	9,22	1,23
AE	36,9	23	8,88	1,19
EC	34,7	15	2,09	0,81
EN	28,8	15	2,09	0,81
AD	26,6	24	9,22	1,23
WS	24,5	15	2,09	0,81
WT	24,4	15	2,09	0,81
FD	22,2	23	8,88	1,19
RK	12,4	15	2,09	0,81
PO	10,0	15	2,09	0,81
IN	8,4	15	2,09	0,81
LN	6,3	15	2,09	0,81

Fuente: elaboración propia.

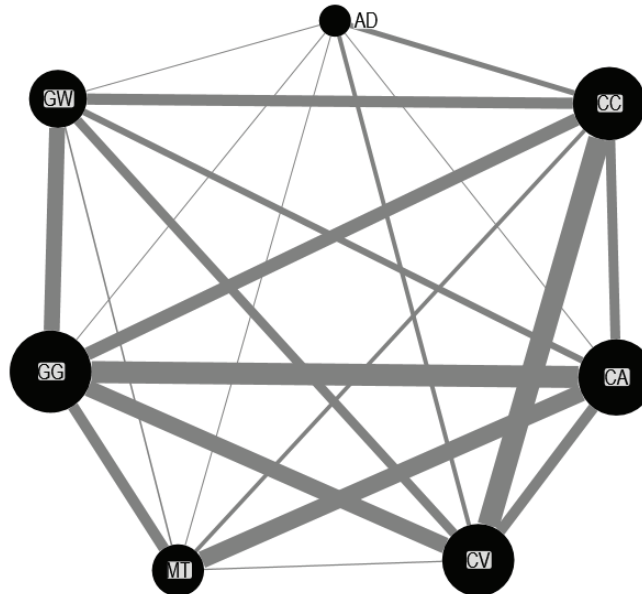
Anexo 3 Gráficos complementarios

GRAFICO A.1
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE TEMAS DE AGRICULTURA EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



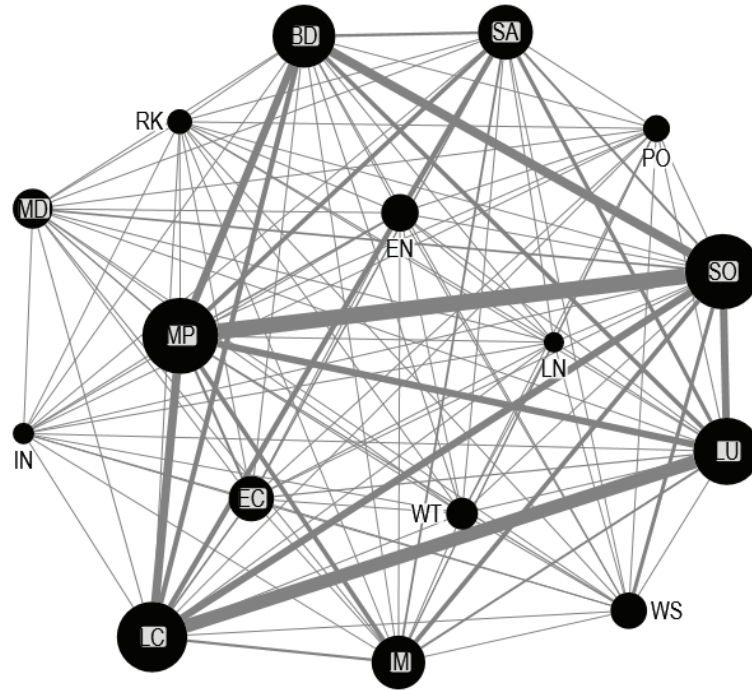
Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold, elaboración propia a partir de datos Scopus (abril 2014).

GRAFICO A.2
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE TEMAS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO

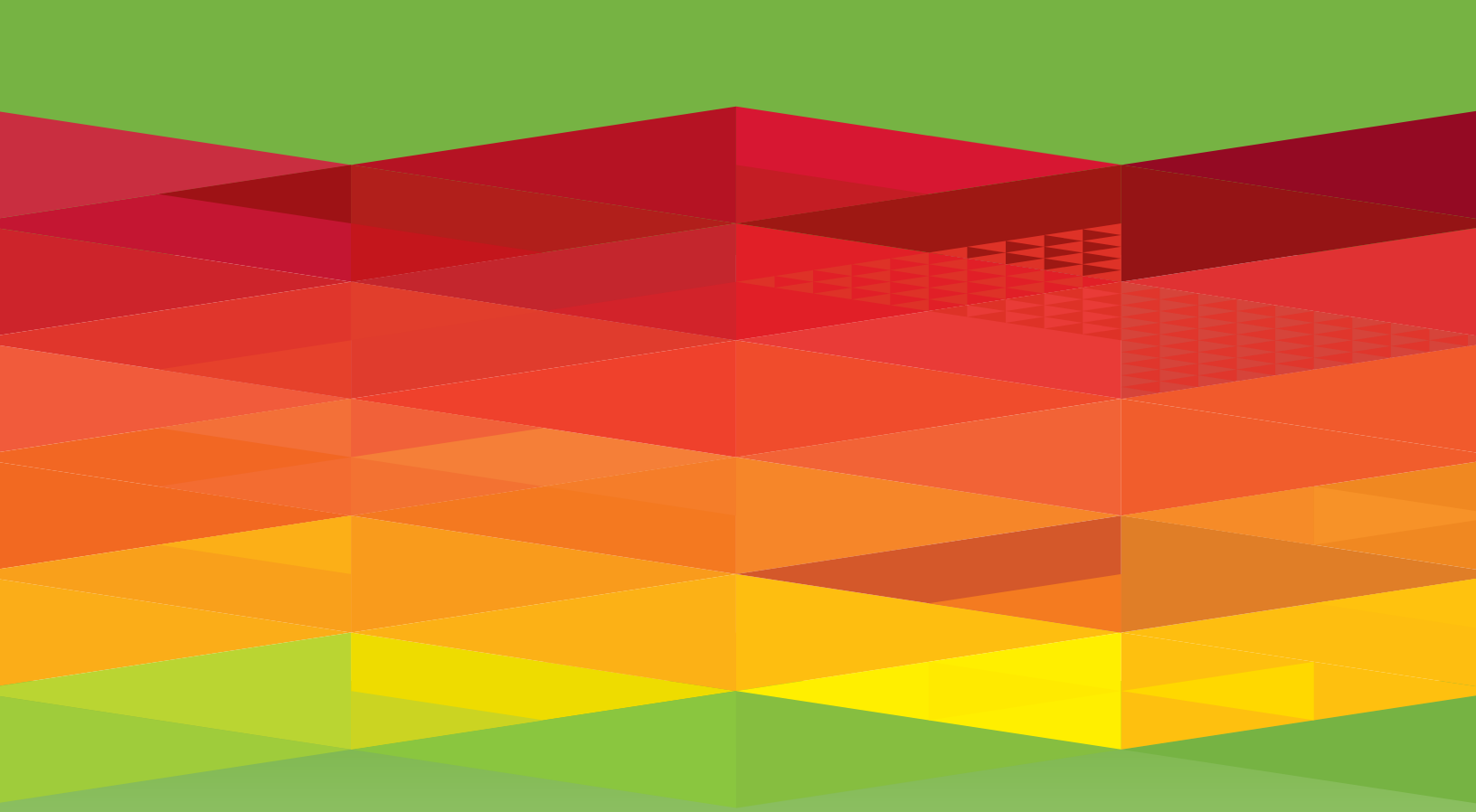


Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold, elaboración propia a partir de datos Scopus (abril 2014).

GRAFICO A.3
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE TEMAS MIXTOS EN LA
PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: Algoritmo Fruchterman-Reingold, elaboración propia a partir de datos Scopus (abril 2014).



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)
www.cepal.org