



Estrategia de enseñanza, transferencia tecnológica y emprendedorismo en un proyecto de investigación. Primera parte

Adalgisa Scotti^{1,2}, Gabriela Gisela Perez³, Martín Mengarelli^{1*}, Rocío Dudka Gutiérrez¹, Lucía Pérez Cañada¹, Betsabé Gutiérrez Santos¹, Mauricio Visciglia¹, Aliana Orellano¹, Andrea Juarez¹, Juan Jesús Miguel Cerioni¹, Vanesa Silvani⁴, Alicia Godeas⁴, Inmaculada García-Romera⁵, María Luisa Izaguirre Lessmann⁶

1. Laboratorio Bioambiental CNEA-FRSR UTN, Urquiza 314, San Rafael (5600), Mendoza – Argentina.
2. Facultad de Ciencia Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo, Padre Contreras 1600, Mendoza ciudad (5500), Mendoza – Argentina.
3. Asesoría Psicopedagógica Regional Sur - Dirección General de Escuelas, Antártida Argentina y Libertador, San Rafael (5600), Mendoza – Argentina.
4. Laboratorio de Microbiología del Suelo, Instituto de Biodiversidad y Biología Experimental y Aplicada (UBA-CONICET), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Intendente Guiraldes 2160, Capital Federal (1428), Buenos Aires – Argentina.
5. Departamento de Microbiología del Suelo y la Planta, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, 18008 Granada – España.
6. Universidad Técnica de Manabí – Portoviejo - EC130150 – Ecuador.

*E-mail: mengarellimartin1@gmail.com

PALABRAS CLAVES

Transferencia
Educación en Ciencias
Innovación
Emprendedorismo

RESUMEN

El sector cacaoero de la región latinoamericana enfrenta la problemática de la concentración elevada de cadmio en las almendras de cacao producto de factores naturales (vulcanismo) como también antrópicos (fertilizantes). La Unión Europea (UE), importadora de cacao, redujo en 2019 el límite permitido de Cd ($0,8 \text{ mg kg}^{-1}$) en las almendras. El proyecto "Bioproceso reductor de la solubilidad de cadmio rizosférico", fue presentado por UTN FRSR en conjunto con UTM (Ecuador), CONICET - UBA y el CSIC España a la convocatoria Fontagro y aprobado. En este trabajo se presenta material didáctico compuesto por historietas y dibujos animados donde se aprecia la estrategia de enseñanza y de transferencia aplicadas al sector cacaoero como solución tecnológica a la problemática descrita. Los personajes creados son: hongos, hojas, raíces, almendras de cacao, Cd, y cacaoeras/os. En cuanto al lenguaje se realizaron adaptaciones idiomáticas y se aplicaron expresiones neurolingüísticas motivadoras. El contenido abarca la visualización de la problemática, la metodología del bioproceso, la transferencia tecnológica y la promoción al emprendedorismo. Esta actividad está siendo llevada a cabo por un equipo multidisciplinario compuesto por estudiantes de ingeniería, tesis de doctorado, psicopedagogos, doctores en biología, ingenieros, diseñadores, ilustradores, especialistas en desarrollo local y especialistas en material audiovisual.

Teaching strategy, technological transfer, and entrepreneurship in a research project. Part one

KEYWORDS

Transfer
Science education
Innovation
Entrepreneurship

ABSTRACT

The cocoa sector in the Latin American region faces the issue of high cadmium concentration in cocoa beans due to both natural factors (volcanism) and anthropogenic factors (fertilizers). The European Union (EU), an importer of cocoa, reduced the allowed limit of Cd (0.8 mg kg^{-1}) in cocoa beans in 2019. The project "Bio-process to reduce rhizospheric cadmium solubility" was presented by UTN FRSR in collaboration with UTM (Ecuador), CONICET - UBA, and CSIC Spain to the Fontagro call for proposals and was approved. This work presents educational material consisting of comics and animated drawings that illustrate the teaching and knowledge transfer strategy applied to the cocoa sector as a technological solution to the described issue. The created characters include fungi, leaves, roots, cocoa beans, Cd, and cocoa farmers. In terms of

language, idiomatic adaptations were made, and motivating neurolinguistic expressions were used. The content covers the visualization of the issue, the bioprocess methodology, technological transfer, and promotion of entrepreneurship. This activity is being carried out by a multidisciplinary team composed of engineering students, doctoral candidates, educational psychologists, biology doctors, engineers, designers, illustrators, specialists in local development, and experts in audiovisual materials.

1. Introducción

La problemática del sector cacaoero latinoamericano radica en la presencia de cadmio en el suelo producto de fenómenos naturales como erupciones volcánicas y disolución del cadmio de las hojas caídas que tienen una alta concentración de cadmio producto de la bioacumulación del cadmio ingresado por las raíces, translocación y acumulación en las hojas. Las normativas internacionales limitan el contenido de cadmio aceptado en las almendras de modo tal que los cacaoeros tendrán que incorporar nuevas e innovadoras metodologías para poder seguir siendo competitivos en el sector.

Las soluciones tecnológicas están en manos del sector académico científico específico del proyecto mientras que la transferencia al sector cacaoero de estas nuevas metodologías está enmarcada en el Programa de Desarrollo Local impartido por el Laboratorio Bioambiental el cual tiene una arista de lingüística y pedagogía.

A partir del 2019, la Unión Europea (UE) redujo el límite permitido de Cd ($0,8 \text{ mg kg}^{-1}$) en las almendras (Reglamento UE N°4881). El contenido de Cd en almendras de cacao en Ecuador mostró valores cercanos a $1,2 \text{ mg kg}^{-1}$ y $2,7 \text{ mg kg}^{-1}$ y en Venezuela de $0,95$ a $2,09 \text{ mg kg}^{-1}$ dependiendo de la zona (Lanza et al., 2016; Argüello et al., 2019). Actualmente, el manejo de microorganismos beneficiosos en la agricultura juega un papel importante para la gestión de recursos naturales, el desarrollo de la agricultura sostenible y la resiliencia al cambio climático (Rilling et al., 2003). La microbiota asociada a los cultivos regula el balance de carbono, la captación de nutrientes y metales pesados, la tolerancia a situaciones de estrés y la estabilidad de los agregados del suelo. Estudios previos han descrito una estrategia a nivel de invernadero que permite reducir la absorción de Cd en plantas de cacao con hongos micorrízicos arbusculares (HA) en Colombia (Pérez Moncada et al., 2019). La gran biodiversidad de estos organismos en Sudamérica da múltiples opciones para su utilización.

En Ecuador el 80% de las unidades productivas (aprox. 100.000 unidades) corresponden a pequeñas

fincas familiares, de éstas el 60% son trabajadas por mujeres, mientras que el total de las familias comprendidas en la cadena de valor del sector alcanzan a 230.225 familias (European Central Bank, 2011). En Venezuela, se estima en un máximo de 50 fincas cacaoeras menores a 2 ha, las que aún se mantiene activas, mayormente bajo la gerencia de mujeres (FAO, 2011). Entre los agricultores familiares (AF) existe una brecha tecnológica para acceder a mejores prácticas de cultivo. En este sentido hay modelos de capacitación y transferencia que utilizan herramientas digitales (TIC y de Agricultura 4.0) muy apropiadas en cuanto a motivación neurolingüística, aprendizaje e innovación.

El abordaje de la capacitación y transferencia tecnológica a los beneficiarios se dividió en 2 Niveles. El Nivel 1 (N1) que incluye a los beneficiarios del sector cacaoero que tienen una instrucción educativa hasta nivel primario y el Nivel 2 que abarca el resto de los niveles educativos sean los beneficiarios provenientes del sector productivo, alumnos, tesis y/o emprendedores. Mayores detalles del proyecto pueden verse en: Bioproceso reductor de la solubilidad del cadmio (Cd) rizosférico – FONTAGRO (ver [MS1](#)), Bioproceso innovador para reducir la solubilidad del Cadmio en la rizósfera de almendras de cacao (ver [MS2](#)) y el mercado latinoamericano del cacao Nacional de Fino Aroma se ve afectado por altos contenidos de Cadmio en los granos (ver [MS3](#)).

En la Figura 1 vemos una plantación de cacao de Ecuador, finca perteneciente a un socio de Corporación Fortaleza del Valle que será participante en la transferencia de tecnología. En la Figura 2 se observan las almendras de cacao cosechadas.



Figura 1. Fotografía plantación de cacao.



Figura 2. Fotografía de almendras de cacao ecuatoriano.

Nivel 1

Para este proyecto se eligió el armado de grupos de WhatsApp por donde se les hará llegar la capacitación. En el N1 el material estará compuesto de dibujos-historietas con viñetas y textos con expresiones típicas de la región de modo que en una imagen con viñetas se transfiera la idea. Esta estrategia se basa en la modalidad de imagen con mensaje tan utilizada y accesible en nuestros días en los celulares y aplicaciones a partir de la estimulación visual y veloz entendimiento con poco texto.

La lingüística es una herramienta considerada fundamental en el desarrollo de las estrategias seleccionadas, ya que, posicionarnos desde el enfoque de la neurolingüística, brinda comprensión del estado motivacional de las personas para realizar un nuevo abordaje o incorporar nuevas herramientas y estrategias. Además, conocer sobre dicha programación neurolingüística de las personas involucradas, como los agricultores del cacao, otorga la ventaja de poder comprender su estado motivacional y adaptar la forma en que imparten el aprendizaje para que se adapte a ellos. Esta área ofrece estrategias de aprendizaje que ayudan a las personas a desarrollar habilidades para tener un aprendizaje óptimo y poder incorporar en sus actividades agrícolas, las innovaciones tecnológicas. Sobre esto, la comunicación, y el lenguaje juegan un papel primordial, ya que es el engranaje y llegada entre el conocimiento nuevo, y las personas que recepcionarán y asimilarán dicha información para manipularla y ponerla en práctica.

En este sentido, el reporte publicado en “El Venezolano” por El Troudi (2021), permite acercarse a las expresiones cotidianas motivando a la lectura. El autor sostiene que, para lograr una comunicación asertiva, es necesario entender las particularidades del lenguaje que presenta una sociedad, comprendiendo su sentido y su contexto territorial, como historial.

Tal como alude el autor: “El habla de un pueblo es un sistema artificial de signos, que bajo muchos respectos se diferencia de los otros sistemas de la misma especie; de que se sigue que cada lengua tiene su teoría particular, su gramática” (Rodríguez, 2016). Es por esto, que la investigación sobre el lenguaje cultural del sector brinda mayores formas de articulación con las personas partícipes.

Otro aspecto que se consideró es la extensión entre texto e imágenes para lograr un balance apropiado con el sector elegido para integrar el N1. Otra estrategia seleccionada es la selección de ilustraciones que condensen la información y transmitan la idea a transferir en una extensión no mayor a 3 páginas. El objetivo es dotar a los cacaoteros de conocimientos oportunos mediante la transposición de información de una forma entendible para ellos, teniendo en cuenta sus características educativas y cognitivas.

La estrategia de evaluación será puesta a punto de acuerdo con la reacción en las primeras convocatorias a la recepción del material. Las estrategias de evaluación se basarán en la siguiente secuencia: resolución de una tarea / foto/ encuesta/ premio.

A modo de cambiar la visión habitual del cacaotero y la forma de interactuar con las plantas de cacao se presenta la estrategia de generar personajes para explicar la problemática y abordar las soluciones tecnológicas. En la Figura 3 se presenta al personaje cacao, ilustración realizada por Aliana Orellano, marcando 2 planos de interacción: el aéreo donde se especifica la interacción con los agricultores, es decir es el plano que conocen y el plano subterráneo que es el plano desconocido donde entrarán a jugar roles 2 personajes más: el cadmio y los hongos.

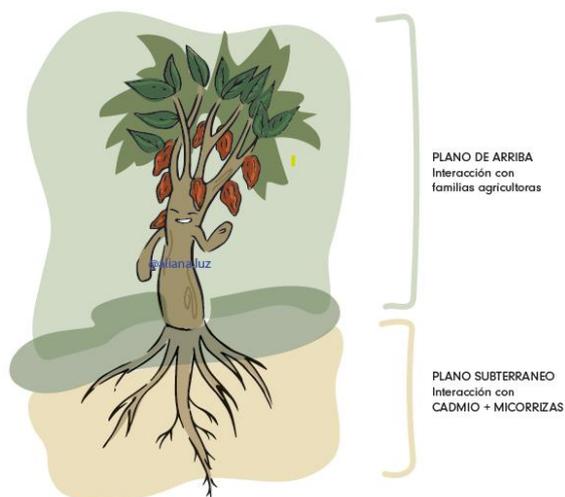


Figura 3. Ilustración del personaje "planta de cacao" y las interacciones planteadas.

En la Figura 4, se muestran a modo de ejemplo la presentación de diferentes personajes en sus

respectivas viñetas a modo de prueba, para ver su interacción.

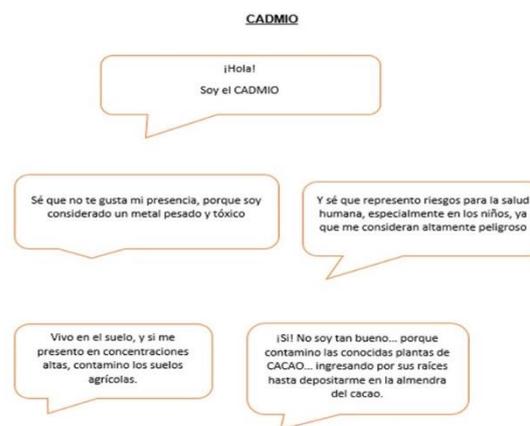


Figura 4. Ejemplos de texto de presentación del personaje, cadmio en formato viñetas.

Las viñetas

Las viñetas en esta enseñanza para adultos estratégica componen un elemento fundamental en este diseño de enseñanza – aprendizaje.

Algunos aspectos para tener en cuenta son:

- La simplicidad en las palabras
- La forma y tamaño del recuadro de diálogo
- La cantidad de texto
- Las expresiones lingüísticas

El lenguaje que acompaña la presentación de los personajes se ejemplifica en las viñetas de la Figura 4.

En estas figuras la escritura está puesta a modo de ejemplo ya que se fueron probando diferentes letras y tamaños. Al igual que cuando se quiera transmitir 2 ideas en un mismo cuadro de viñeta se deberán separar los globos, pero mantenerlos en 1 solo, (Figura 5).



Figura 5. Representación de globos de diálogo en las viñetas.

Las hipótesis de este trabajo son:

H1: Los cacaoteros incorporarán el conocimiento de la solución tecnológica propuesta para disminuir el Cd en el cacao.

H2: La estrategia de enseñanza desarrollada permitirá la aplicación del bioproceso para reducir el Cd en las fincas de los cacaoteros.

H3: El conocimiento adquirido permitirá un desarrollo emprendedorista a partir de la solución tecnológica.

El objetivo es incrementar el conocimiento de los productores para la disminución de la absorción de Cd en el cacao mediante el bioproceso, brindando herramientas para el desarrollo emprendedor.

2. Materiales y métodos

Recopilación de datos sobre la población

El N1 es un sector comprendido por personas de ambos sexos, casados, solteros que conviven con sus familias o solos, el punto en común que los nuclea es su grado de instrucción primaria u "otro". Se llevaron a cabo encuestas, donde se daba la posibilidad de elegir entre primario, secundario, terciario, universitario y otro.

Armado del material para la transferencia de enseñanza

En el N1 el material estará compuesto de dibujos-historietas con viñetas y textos con expresiones típicas de la región, de modo que en una imagen con viñetas se transfiera la idea. Se utilizaron celulares (Whatsapp) y aplicaciones a partir de la estimulación visual y veloz entendimiento con poco texto.

Se realizó una adaptación neurolingüística distinta para Ecuador y Venezuela.

3. Resultados y Discusión

Recopilación de datos

Se generó la base de datos para N1 que por razones de confidencialidad no serán reveladas.

Armado del material didáctico

Se utilizaron expresiones lingüísticas típicas de Ecuador y Venezuela, para el armado de los diálogos, un listado de algunas de éstas expresiones se muestra en la Tabla 1.

Las cartillas tienen los personajes explicando la temática seleccionada con mínimo texto, imágenes representativas de la idea y texto con modismos regionales para que la lingüística conocida los introduzca en una temática nueva. La lista de expresiones que se irán utilizando componen e irán en progreso en la (Tabla 1) (Bello, 2006).

Tabla 1. Expresiones lingüísticas de la región.

	EXPRESIÓN	SIGNIFICADO
Expresiones de saludo	¡Qué tiro contigo?	Expresión que se utiliza para preguntar como estas, que cuentas.
Expresiones de alegría	¡Chulla vida!	Esta denominación comparte mucha influencia de la lengua indígena quichua. Su significado es "vive el momento"
	¡Fresco no más!	Expresión que se utiliza para decirle a una persona que no se preocupe, que debe relajarse porque todo va a salir bien
Expresiones de enfado	Te cago	Te pego
	Te voy a dar con el bollero	Expresión que también se utilizar para amenazar con pegar o agredir a alguien
	Chuta	Esta palabra la usan para expresar que algo ha fallado, que tienen rabia o enfado por algo
Expresión de cansancio, agotamiento.	Ya no jalo	Expresión que se utiliza cuando una persona está cansada y no puede más
Expresiones típicas y características	"Pasar por el malecón de Manta a las 12:00"	Significa observar el mar entre azul y turquesa con un sol radiante.

	“No tengo plata, ‘asúntate que son las 12:00 y me voy a amarrar el burro”	Esta frase significa en Manabí que hará una caída en la casa de algún conocido justo a la hora del almuerzo, para que le provean alimentos.
Vocabulario general	Asúntate’ ‘Reclar pa’ tras’ Azocado Está chisposito’ ‘te chapo’ Cuanto importó no hables panchadas Dar extensia ¡Aguaita! Firmura Te atajo Desilatrada Verbigracia Socular Avejero Estoy ajito Aguaitar Ventiado	Significa estar atento Expresión que significa rever una decisión Apretado Significa enfermo Expresión que se utiliza para decir: te estoy vigilando Se utiliza para preguntar el precio Se le dice a las personas que tratan de persuadir a alguien. Conocer Significa observar Ser firme Te agarro Deshidratada Por ejemplo Significa cortar la maleza Expresión que se utiliza para indicar que una persona esta despistada/o. Estoy agitado Verificar algo visualmente y con mucha cautela Significa persona con el ego muy elevado

A continuación, se presentan los personajes utilizados mostrando distintas expresiones, cadmio en la Figura 6, hongos en la Figura 7 y la planta de cacao en la Figura 8. En la Figura 9 vemos ejemplificada la interacción de los personajes y la utilización de diversas viñetas según el texto para la explicación de la problemática y el entendimiento de la solución tecnológica.



Figura 6. Representación de personaje: Cadmio.

HONGOS

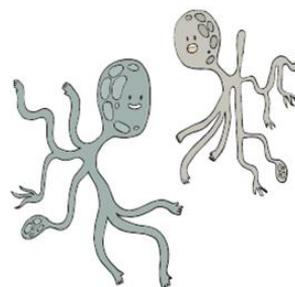


Figura 7. Representación de personaje: Hongos.

CACAOTERO

(Theobroma cacao)

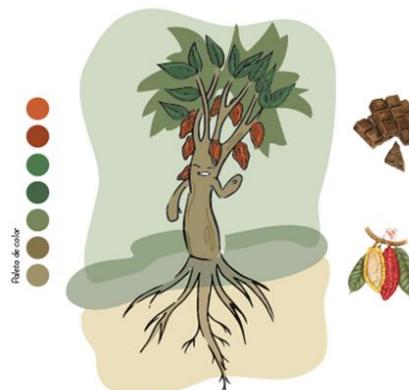


Figura 8. Representación del personaje: Planta de cacao.

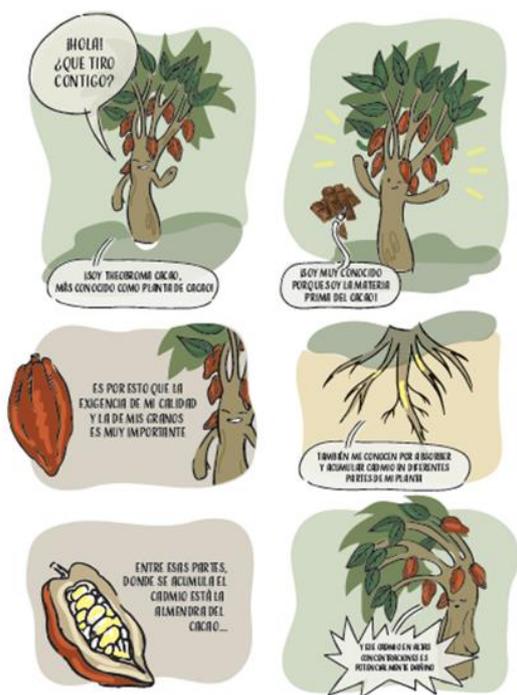


Figura 9. Expresiones y globos de texto.

Se deja el acceso a las cartillas de adaptación idiomáticas para la transferencia de tecnología junto con el material audiovisual desarrollado por el equipo de trabajo (ver [MS4](#); [MS5](#)).

4. Conclusiones

La estrategia de enseñanza diseñada no solo facilitó el aprendizaje de manera simple, sino que también destacó la importancia del trabajo en equipo y la motivación económica en respuesta a la problemática del cadmio (Cd) en el sector cacaoero latinoamericano.

Mediante la implementación de un enfoque cognitivo con motivación neurolingüística, se logró una transposición efectiva de las soluciones y oportunidades tecnológicas, proporcionando a los cacaoeros una comprensión práctica y accesible de las nuevas metodologías.

La comprensión profunda del bioproceso por parte de los cacaoeros, junto con la entrega estratégica de microorganismos por parte de UTM (Universidad Tecnológica de Manabí), resultó en el desarrollo exitoso de la metodología como una oportunidad emprendedora. Este enfoque no solo mejoró la adquisición de conocimientos, sino que también

fomentó la aplicación práctica de las soluciones tecnológicas en sus propias fincas.

Como resultado, los cacaoeros no solo incorporaron la solución tecnológica propuesta, que involucra un consorcio de microorganismos reductores de la solubilidad de Cd en la rizósfera, sino que también experimentaron una disminución significativa en la captación de Cd por las nuevas plantas de cacao. Este logro no solo beneficia la calidad del cacao producido sino también abre nuevas oportunidades para un enfoque más sostenible y emprendedor en el sector.

5. Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por Fontagro para iniciativas de cooperación internacional, aprobado como ATN/RF-18951-RG. Se agradece también la participación en gestión científico-tecnológica administrativa de la Ing. Gabriela Coria y en producción artística del especialista Roberto Bandiera.

6. Referencias

- Argüello, D.; Chavez, E.; Laurysen, F.; Vanderschueren, R.; Smolders, E.; Montalvo, D. (2019). Soil properties and agronomic factors affecting cadmium concentrations in cacao beans: A nationwide survey in Ecuador. *Sci. Total Environ.* 649,120-127.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.2>
- Bello, A. (2006). *La gramática de la lengua castellana destinada al uso de los Americanos*. Biblioteca Virtual Universal – Editorial El Cardo www.biblioteca.org.ar
- El Troubi, H. (2021). La riqueza en el hablar de las regiones de Venezuela. Lo afirmativo, Venezuela. Recuperado en: <https://haimaneltroudi.com/la-riqueza-en-el-hablar-de-las-regiones-de-venezuela/>
- European Central Bank (2011) <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/annrep/ar2011es.pdf>
- FAO 2011. Las mujeres en la agricultura: cerrar la brecha de género en aras del desarrollo. <https://www.fao.org/3/i2050s/i2050s06.pdf>
- Lanza, J.; Churión, P.; Liendo, N.; López, V. (2016). Evaluación del contenido de metales pesados en cacao (*Theobroma cacao* L.) de Santa Bárbara del Zulia, Venezuela. *Saber*, 28(1), 106-115.

- <http://ve.scielo.org/pdf/saber/v28n1/art11.pdf>.
- Pérez Moncada, U.; Ramírez Gómez, M.; Serralde Ordoñez, D.; Peñaranda Rolón, A.; Wilches Ortiz, W.; Ramírez, L.; Rengifo Estrada, G. (2019). Hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFMA) como estrategia para reducir la absorción de cadmio en plantas de cacao (*Theobroma cacao*). *Terra Latinoamericana* 37, 121-130.
- Rilling, M.; Treseder, K.; Allen, M. (2003). Global change and mycorrhizal fungi. En: *Mycorrhizal Ecology*. pp. 135-160. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Rodríguez, M. (2016). La jerga made in Ecuador. *El telegrafo, Paysandú*, 28. Recuperado en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/septimo/1/la-jerga-made-in-ecuador>