

Turning bad things into good things: invasive species as a source of energy in insular ecosystems

Carlos Álvarez González

TECHnologies Ltda., Chile, carlos.alvarez@technologies.cl

Abstract: Insular native ecosystems due to their weak resistance to biological invaders, are being damaged because of the introduction, colonization, conquest and naturalization of exotic species. Some of these plants are used as food, feed and even building material. However, the rate of extraction performed by economic agents is less than its natural growth, making the invasive biomass is increasing. In this context it proposed a new method for use of harmful invasive species: bioenergy. As a first step it must be updated a register of harmful invaders and quantification of their biomass. Then, compute the energy equivalent for making a market research. Parallel to this activity, it must be designed appropriate technology for biomass collection and transport, processing and subsequent distribution of energy for performing some mechanical work. The result is achieved by mapping the location of exploitable areas and the cost in monetary units that their presence creates. Trials to test the method in Chile showed that bioenergy exploitation of invasive plants replacing native forest is profitable in the adjacency of rural roads.

Key words: biomass, invasive species, ecosystem, energy, transformation, profit.

1.- Problema

Los ecosistemas nativos insulares debido a su débil resistencia a las invasiones biológicas, están siendo severamente dañados a causa de la introducción (natural o antrópica), colonización, naturalización y conquista por parte de especies exóticas. Dicha conquista en la mayoría de los casos reduce la biodiversidad local, no tan solo deteriorando la fauna y flora nativa; sino además dañando otros recursos naturales tales como el suelo y el agua.

Algunas de estas especies se utilizan como alimento humano, forraje e incluso material constructivo. Sin embargo, la tasa de extracción por los agentes económicos es generalmente mucho menor que el crecimiento vegetativo de éstas. Por lo tanto, la cobertura espacial de ellas y por ende su biomasa está en aumento.

En algunos ecosistemas insulares este fenómeno es grave debido a la escasa capacidad de reacción por parte de las especies invadidas acostumbradas a

responder ante agentes de comportamiento conocido. La gravedad se torna extrema cuando los flujos de materia y energía son más intensos debido al aumento de las importaciones de comercio internacional, las cuales con la tecnología actual traspasan las barreras naturales que tradicionalmente mantenían bajo cierto aislamiento a un ecosistema.

Este es el caso de Chile Sudamericano, el cual debido a su condición de aislamiento geográfico por condiciones naturales, no permitió una ontogenia de diversidad de respuestas ante invasiones biológicas. Esta situación de vulnerabilidad se ha incrementado con el aumento de variedad y cantidad de importaciones ya comentado, las cuales son un medio de transporte de fito y zoonvasores.

2.- Objetivos

Se plantea investigar una nueva utilización de las especies invasoras dañinas: bioenergía. En efecto, la hipótesis es que ellas tienen un potencial bioenergético que

interesará a algunos agentes económicos, incrementando notablemente su extracción desde los ecosistemas conquistados, reduciendo en éstos su presencia y causando así un impacto ambiental positivo.

Esta pretensión se representa gráficamente en la Figura 1, la cual en términos simples consiste en diseñar un proceso que transforme un mal es un algún bien.

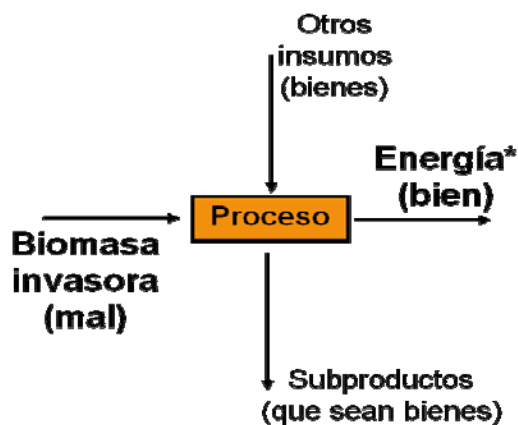


Figura 1: Transformación que se pretende a través de un nuevo proceso productivo: convertir un mal (especie invasora) en un bien (energía)

3.- Estado del Arte

Con el creciente comercio mundial, los flujos de mercancías entre distintas partes del mundo se han incrementado y con ello el transporte de especies animales y vegetales. En efecto, hace millones de años una especie terrestre debía esperar cambios geológicos para acceder a nuevos territorios, sin embargo en la actualidad, basta unos meses a través de un barco para llegar a nuevos ecosistemas y si estos no disponen de cierta inmunidad, conquistarlos y causar en ellos serios daños [1].

Debido a los avances tecnológicos la condición de aislamiento se ha ido perdiendo para Chile. Ya no basta un desierto en el norte y una montaña en el este para impedir el arribo de especies indeseables [2]. Los medios de transporte

moderno y el volumen de la carga permean cada vez con mayor facilidad las barreras naturales.

Así, los ecosistemas chilenos que durante millones de años evolucionaron con escaso contacto externo, durante tan largos periodos no tuvieron la oportunidad de desarrollar mecanismos de defensa naturales ante especies para ellos desconocidas [3]. Ahora, con la llegada de especies nuevas, los ecosistemas no disponen de un amplio menú de respuestas, quedando generalmente a merced de los invasores.

Muchas de estas especies triunfantes están catalogadas como plagas y no tienen un valor económico. Sin embargo, si de ellas se pudiese obtenerse bionergía, serían más valoradas, incentivando su corte, tala u otra operación similar. En muchos casos, los individuos invasores están espacialmente aglomerados. Por ejemplo, en Chile es posible observar grandes coberturas de *Ulex europaeus* (Espinillo), *Teline monspesulana* (Retamilla) o *Rubus spp* (Zarzamora), donde la regeneración de especies nativas es mínima debajo de densos matorrales de estas especies [4] [5].

Si dichas especies invasoras se tornan atractivas para su uso como biomasa y por ende como fuente de energía ¿ Se incentivará su cultivo ? ¿ Serán extinguidas ?

Las especies introducidas corresponden a un 13% de la flora que actualmente ocupa el territorio nacional. Y tal como se expresó en párrafos precedentes, debido a su débil homeostasis ante agresiones biológicas, los ecosistemas nativos ceden ante ellas. Por lo tanto, es poco probable que en el mediano plazo a una tasa de extracción a determinar para su uso en energía, se extermine a invasores dañinos.

Debido a esto, no se justifica su cultivo o plantación artificial, bastando explotarla desde sus locaciones actuales. De hecho Arroyo y otros advierten que Chile, aun con un alto porcentaje de especies endémicas [6], "se encontraría en una fase

temprana del proceso de invasión y que, al comparar con otros ecosistemas similares en el mundo, existe un número importante de especies que podrían invadir en los próximos años”.

Es más, existen lugares tales como la isla Robinson Crusoe con ecosistemas únicos en el mundo que están siendo invadidos por flora introducida y donde por otra parte, la población humana local que habita la aldea Juan Bautista tiene problemas energéticos [7].

En dicha isla el problema de la invasión biológica podría resolverse, resolviendo el déficit energético. La magnitud de dicho problema se grafica en la Figura 4 para cada una de las etapas secuenciales de una invasión.

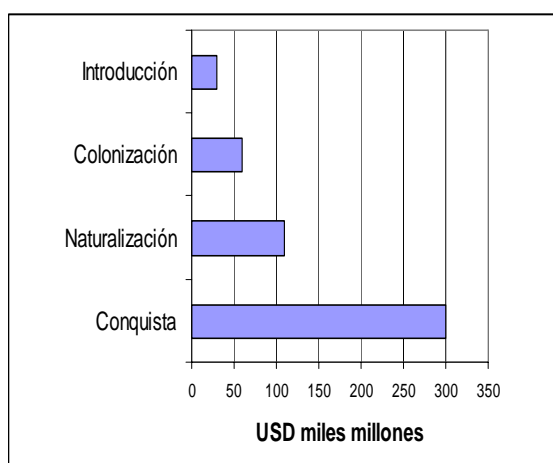


Figura 4: Costos en la isla Robinson Crusoe debido a cada una de las cuatro etapas de invasión.

Por ejemplo, en consideración a que en el invierno en la isla la temperatura alcanza un promedio de 7 °C, llegando a mínimas de 3°C; mucha biomasa de especies invasoras puede ser usada como combustible para calefaccionar los hogares de Juan Bautista. Evidentemente tal opción actualmente no está institucionalizada por cuanto no existen los medios con sus respectivos incentivos económicos para ello.

Estos medios para transformar males en bienes aprovechables han sido una continua búsqueda en la historia de la

humanidad. Es más, muchos filósofos postulan que tal anhelo es uno de los motores del quehacer humano y el ejemplo más representativo es aquel donde los alquimistas trataban de transformar chatarra en oro.

3.- Método

A diferencia de otros intentos que pretenden transformar males en bienes a través de alteraciones en la intimidad de la materia de los primeros transformándolos en entes diferentes; el presente trabajo pretende aprovechar dicha configuración química para darle un nuevo destino a tales males. Se trata de sacar su energía desde la intimidad de la materia.

Para alcanzar el propósito de transformar males (invasores) en bienes (bioenergía), como primera etapa se consulta entonces la necesidad de disponer de un catastro de las especies invasoras dañinas y la cuantificación de su biomasa. Enseguida se debe calcular el equivalente energético de ellas para posteriormente realizar los estudios de mercados (clientes, proveedores y competidores). En forma paralela a esta actividad se diseñará la tecnología apropiada para la recolección de la biomasa y su transporte, transformación de energía y posterior distribución. Tal tecnología con altos índices de novedad puede ser intelectualmente protegible.

Como resultado ideal se espera además, una cartografía que indique la localización de las zonas explotables y el costo en unidades monetarias que su presencia en el ecosistema insular genera. Se plantea que dicho costo ambiental es muy superior a la inversión y costos operacionales que como explotación en bioenergía ellas puedan tener.

Toda esta información podrá incentivar negocios de interés no tan sólo para empresas de rubro de la energía, sino además para instituciones vinculadas a la preservación del patrimonio natural.

No obstante, para llegar a la etapa final recién descrita se debe contar con una abundante base de datos, especialmente el catastro de las especies invasoras dañinas. Frente a la ausencia de este catastro y otros datos básicos, el problema en el presente ensayo se acota a Chile Sudamericano pues de dicho territorio la incertidumbre de ciertas variables de entrada es menor.

En efecto, aun cuando en rigor Chile Sudamericano no es una isla; su configuración geográfica es percibida como insularidad. En efecto, tal como se muestra en la Figura 2, el núcleo del territorio chileno es considerado metafórica y biológicamente una isla, pues está flanqueado por accidentes naturales que provocan un aislamiento para el desplazamiento natural de especies.



Figura 2: Insularidad percibida del núcleo del territorio chileno

4.- Resultados

- El problema en Chile y una solución

Tal como se bosquejó en párrafos precedentes, Chile está siendo conquistado por especies invasoras que causan daño a los ecosistemas nativos y respecto de ellas, no existe un interés económico para explotarlas energéticamente como biomasa. Por lo tanto, la biomasa constituida por especies invasoras dañinas puede ser un recurso energético subexplotado.

Los pronósticos indican que la cobertura de las invasiones seguirá aumentando y salvo cercos y ocasionalmente alimento estacional (zarzamora por ejemplo), no se

identifica un uso de los crecientes volúmenes de biomasa para fines diferentes a la energía. De hecho, tal como se muestra en la Figura 3, el consumo de leña como combustible es significativo en Chile, recurriendo parte de la población al bosque nativo como fuente de ella y provocando entonces un serio deterioro ecosistémico.

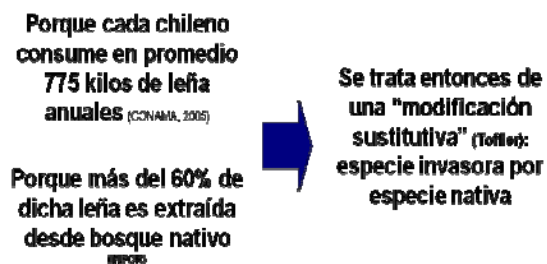


Figura 3: Algunos incentivos para aprovechar energéticamente especies vegetales invasoras como combustible, sustituyéndola por leña explotada de bosque nativo

La explotación de biomasa invasora por agentes económicos, aliviará la carga de ésta sobre los valiosos ecosistemas dañados y aportará a la matriz energética nacional.

Los beneficiarios serán todos los agentes económicos dueños de predios invadidos por vegetación dañina, particularmente aquellos que se localizan en las vecindades de caminos y que por ende tienen ventajas comparativas para el transporte de dicha biomasa. Se verán beneficiadas las nacientes empresas de generación energética a partir de biomasa. También obtendrán un beneficio las instituciones estatales vinculadas a la protección del patrimonio natural al disponer de información estratégica respecto al comportamiento espacial y temporal de las invasiones.

- Algoritmo

Se configuró un algoritmo tal como el que se muestra en la Figura 4, pero tal como se anticipó en párrafos precedentes, la dificultad para realizar el recorrido metodológico fue la ausencia de datos [8]

[9]. Por lo tanto, la investigación contó con poca información desde fuentes secundarias.

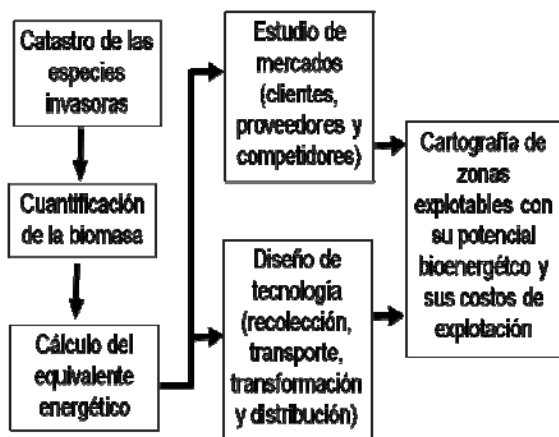


Figura 4: Secuencia metodológica

Por lo tanto, éste derivó en concentrar la investigación en la Zarzamora, la cual tiene una amplia cobertura en la Zona Central y Sur del país, extendiéndose desde los 30 ° hasta los 37 ° de latitud en los valles centrales y faldeos precordilleranos tanto de la Cordillera de los Andes como de la Costa. Por lo tanto es una especie de amplia distribución.

Generalmente se le encuentra bordeando los caminos rurales, donde antrópicamente fue dispuesta como cerco vivo gracias a su exuberancia y espinas afiladas. Posteriormente, en forma natural fue proliferando a lo largo de los caminos gracias a las condiciones ambientales que un escenario libre y ventilado a lo largo del eje le ofrece. Una visión y esquema de esta situación se muestra en la Figura 5.

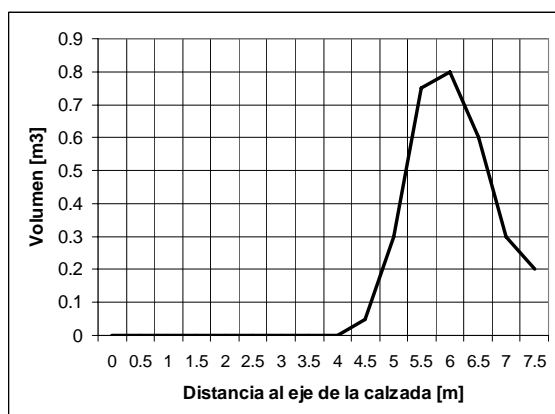


Figura 5: Sección típica de la Zarzamora en los caminos rurales de Chile Central y Sur

La Figura 5 muestra media sección transversal de un camino rural donde la densidad volumétrica de Zarzamora se incrementa en la periferia de las bermas; es decir a 4,5 m de distancia del eje de la calzada. En toda la sección a lo largo de un metro por el eje del camino se puede contabilizar 19 m³ de volumen de esta especie invasora, pero sólo 3 m³ son sólidos, siendo el resto huecos.

La Zarzamora, aparte de presentar continuamente la función de cercado impidiendo eficientemente el cruce de animales y personas; ofrece su fruto en el verano, el cual es conocido vulgarmente como “mora” o “murra”. La bundancia de la Zarzamora es tanta, que si el 60% de ella fuese utilizada para un fin diferente al cerco, sacrificando su oferta frutícola, no se generaría detrimento alguno en su rol de cercado y de fuente de alimento.

Por otra parte, considerando su vecindad a los caminos, el desplazamiento hacia y desde ella no demanda gran consumo energético. De hecho los costos netos de transporte son el 40% de transportar leña. Sin embargo, los costos de extracción son mayores pues su masa se encuentra espacialmente distribuida como enramado, mientras que los troncos de árboles para leña son sólidos.

Ante este escenario se realizaron las pruebas para medir el contenido energético de la invasora en cuestión, comparándola con otras especies nativas que generalmente son explotadas en espacios rurales para leña. La cuantía de tales pruebas se muestra en la Figura 6.

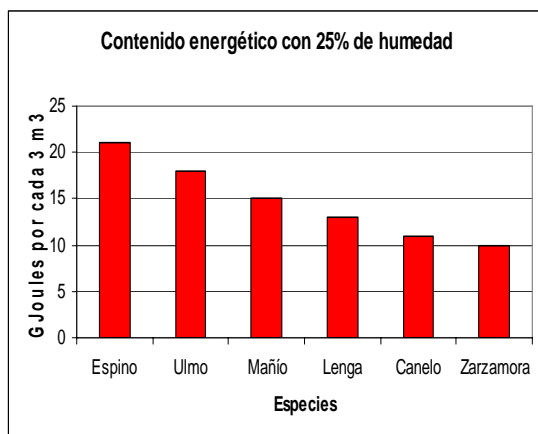


Figura 6: Aporte energético comparado

Pese a que la Zarzamora individualmente presenta menos contenido energético que otros árboles constituyentes del bosque nativo y a que los costos de extracción son mayores debido a su disposición enramada, el balance neto energético es superior siempre que la Zarzamora se encuentre dispuesta en inmediaciones del camino y a la vez a menos de 80 metros de especies silvestres.

Muchas configuraciones espaciales cumplen esta par de condiciones en forma simultánea y por ende la Zarzamora como combustible en zonas rurales puede reducir en un 25% la explotación del delicado y valorado bosque nativo para el mismo propósito.

5.- Conclusiones Generales

Si bien es cierto, que un catastro espacio-temporal de las especies invasoras hubiese permitido obtener resultados más completos y precisos, los antecedentes disponibles permitieron reducir parte de la incertidumbre respecto a la Zarzamora.

Considerando los 4 millones de hectáreas que desde la provincia de Aconcagua hacia el sur están cubiertos por esta especie invasora, constituye un mal que puede transformarse en fuente energía si parte importante de ella es retirada para dicho propósito desde caminos rurales. Tal retiro se propone usando medios manuales (por ejemplo empleando rozón,

desbrozadota o azadón) donde el operario se desplaza por el borde de la berma, cortando la maleza para combustible.

Dicha operación genera además un par de externalidades positivas para vialidad. Una de ellas es el despeje de la berma como parte de la infraestructura rodoviaria y la otra es la reducción del riesgo de incendio debido a un menor volumen expuesto.

El presente trabajo consideró conceptualmente a los costos provocados por los vegetales a través de concepto de Negentropía y para la especie testada, la energía neta obtenida desde biomasa que es en algunos casos superior a dicha Negentropía.

El principal aporte a la investigación es el argumento para reemplazar la explotación como combustible de la Zarzamora por las especies que forman el bosque nativo chileno.

Referencias

- [1] Ken Thompson, "Eight ways to be a colonizers; two ways to be an invader". Bulletin of the Ecological Society of America 81, 2000, ISSN 0012-9623
- [2] C.L. Morales C.L. y M. A. Aizen. "Does invasion of exotic plants promote invasion of exotic flower visitors? A case study from the temperate forests of the southern Andes" Biological Invasions volumen 4, 2002, ISSN 1387-3547.
- [3] A. Barnosky, E. Hadly, B. Maurer y M. Christie. "Temperate terrestrial vertebrate faunas in North and South America: interplay of ecology, evolution, and geography with biodiversity". Conservation Biology, volumen 15(3), 2001, ISSN 1523-1739
- [4] C.L. Quiroz, A. Pauchard, L.A. Cavieres y C.B. Anderson, "Análisis cuantitativo de la investigación en invasiones biológicas en Chile: tendencias y desafíos". Revista Chilena de Historia Natural, volumen 82, 2009, ISSN 0716-078X.

[5] J. Alexander y A. Pauchard, EMAPI 10: "Bridging approaches to plant invasions". *Frontiers in Biogeography*, volumen 1, 2009, ISSN 1948-6596.

[6] M.T. Arroyo, C. M. Marticorena, O. Mattei y L. Cavieres. "Plant invasions in Chile: Present patterns and future predictions", Mooney HA & RJ Hobbs (eds) *Invasive species in a changing world*, 2000, Washington DC, Island Press.

[7] A. y S. Ingenieros Consultores Ltda. "Informe diagnóstico estudio de ingeniería camino Juan Bautista - Aeródromo". Santiago, MOP, 2001, Chile.

[8] J.H. Brown y D.F. Sax, "An essay on some topics concerning invasive species" *Austral Ecology*, volumen 29, 2004, ISSN 1442-9993.

[9] J.E. Byers, J.M. Randall, I.M. Parker, C.S. Smith, W.M. Lonsdale, A.E. Arkinson, T.R. Seastedt, M. Williamson, E. Chornesky y D. Hayes. "Directing research to reduce the Impacts of nonindigenous species". *Conservation Biology*, volumen 16 Nº 3, 2002, ISSN: 1523-1739.

Autor principal

Carlos Álvarez González es Ingeniero Civil en Informática de la USACH y cuenta con tres décadas de experiencia en desarrollo de sistemas computacionales. Actualmente gerencia la empresa de ingeniería de la que es dueño y en forma paralela concluye su Doctorado en Ciencias de la Ingeniería. Dentro del Posibilismo se interesa por Edenes Artificiales.

Paper Info

Fecha de recepción: marzo 2012.

Fecha de aceptación: marzo 2012.

Revisores: 3.

Cantidad de revisiones consolidadas: 1.

Total de observaciones: 8.

Índice de Novedad: 0,62.

Índice de Utilidad: 0,83.