

UNA MIRADA AL PAÍS

La eficiencia de las instituciones informales en la minería de esmeraldas del occidente de Boyacá

Juan David González Luque*

Introducción

La minería de esmeraldas en el occidente de Boyacá es la principal actividad económica de la región. Muchas personas buscan allí oportunidades para salir adelante y llevar a cabo una vida plena y digna. Sin embargo, la presencia del Estado ha sido casi nula a partir de 1969, cuando el Banco de la República dejó la administración de las minas a clanes familiares, que a partir de ese momento tomaron el papel del Estado brindando bienes y servicios públicos a la comunidad, mejorando así sus condiciones de vida. Esto ha llevado a considerar el occidente de Boyacá como una zona al margen del Estado, la cual se rige

por medio de instituciones informales que se han ido creando en torno a las esmeraldas, recreadas a través de códigos de conducta, tradiciones y además de un aspecto religioso establecido por el patrón que marca la conducta de la población.

Una consecuencia de la poca presencia del Estado en la zona es la poca información que existe en torno a la explotación de esmeraldas en la región, además de problemáticas de corrupción en las pocas y débiles instituciones estatales que quedan, como las alcaldías y la Policía.

Las relaciones entre patrones, quienes son los dueños de los títulos mineros y de una gran extensión de territorios, y los trabajadores de las minas, también llamados *guaqueros*, han permitido que se lleven a cabo procesos productivos de tal manera que ambas

* Estudiante de VIII semestre de Economía, de la Universidad Externado de Colombia. Correo-e: [juan.gonzalez21@est.uexternado.edu.co]

partes obtengan los beneficios que buscan. Tanto los patrones obtienen las ganancias de la explotación minera de esmeraldas como los trabajadores obtienen los beneficios que les podría proporcionar un Estado más influyente, como lo son los servicios públicos, vías, vivienda, educación y seguridad, además de garantizar un ingreso para sus necesidades de consumo personal.

Sin embargo, este proceso solo se ha podido llevar a cabo gracias a la presencia de instituciones informales, las cuales tienen el suficiente vigor para que ambas partes cumplan con los acuerdos que se establecen, de tal manera que les permita obtener los beneficios que están buscando.

Aun así, las condiciones de vida de los trabajadores no son las mejores. Existen muchas personas en condición de pobreza, no hay derechos de propiedad garantizados y además están sometidos a las decisiones de los patrones. Estas condiciones pueden llevar a pensar que una intervención más fuerte del Estado podría generar mayores beneficios a las partes involucradas, puesto que liberaría a los patrones de tantas responsabilidades adquiridas y les brindaría a los trabajadores los servicios y mayores beneficios institucionales.

El enfoque de estudio de esta investigación es determinar si la existencia de instituciones informales garantiza

la presencia de un equilibrio eficiente en la relación principal-agente que existe entre patrones y gaaqueros en el occidente de Boyacá. Para llevar a cabo esta investigación, utilizaré el Modelo Principal-Agente (MPA) en un escenario al margen del Estado que cumpla con los supuestos y las características que se evidencian en la región. Es necesario tener en cuenta que no existe mucha información en torno a esta actividad productiva en esta parte del departamento de Boyacá, por lo que determinar de forma precisa las condiciones del sector es complejo; por este motivo, adelanto este proceso investigativo con la información disponible obtenida de artículos, documentos académicos y entrevistas.

Revisión de literatura

La explotación de esmeraldas en el occidente de Boyacá ha sido un tema del cual se han desarrollado pocos estudios debido a las dificultades que se presentan en la búsqueda de datos e información. Sin embargo, despierta interés el desarrollo de la zona en torno a la explotación de esmeraldas, la ausencia del Estado y las circunstancias históricas del siglo xx.

Hernández y Verdugo (2004), en su tesis *La segunda guerra de las esmeraldas y el proceso de paz en el occidente de Boyacá*, realizan un recuento histórico del desarrollo de la minería esmeral-

dera en la zona, caracterizando a los agentes participantes en la producción y los eventos particulares, como las guerras, que se generaron en torno a la piedra preciosa.

Es importante para el desarrollo de esta investigación la información que brindan en torno a las características tanto de patrones como de gUAQUEROS y las instituciones informales que se han generado para fortalecer la relación entre ambos agentes. Por otro lado, el papel que juega el patrón en la sociedad es primordial, puesto que es el encargado de cumplir muchas veces la función del Estado, brindando a la comunidad servicios públicos, seguridad y oportunidades laborales para cubrir sus necesidades básicas.

En cuanto a las relaciones mineras, patrón-gUAQUERO, el artículo de Silva *et al.* (2015) *La confianza en las zonas mineras de Antioquia, Bolívar y Córdoba* aterriza y contextualiza el funcionamiento de las instituciones informales en el sector minero; sin embargo, el análisis de este artículo gira en torno de la minería y el papel que juega la corrupción. Este artículo es relevante dadas las características mineras similares a las de la explotación en el occidente de Boyacá, como la minería artesanal, y cómo se ha vuelto una alternativa para las personas que buscan oportunidades. Cárdenas y Ojeda (2002), en su artículo *La nueva economía institucional y*

la teoría de la implementación, hacen un contraste entre la economía neoclásica y los postulados de la nueva economía institucional, donde el papel de las instituciones, tanto formales como informales, genera variaciones en el comportamiento de los agentes que participan en el mercado. A partir de esto, se definen criterios para determinar en qué aspectos las instituciones pueden generar cambios en la toma de decisiones y cómo estas pueden cambiar los beneficios de los agentes.

Los textos de Holmstrom y Milgrom (1991) *Multitask principal-agent analyses: Incentive contracts, asset ownership, and job design*, y Gorbaneff (2012) *Teoría del agente-principal y el Mercado* establecen criterios para el análisis, desde la teoría de la agencia, para la interacción que se lleva a cabo entre trabajadores y empresarios ante situaciones que se evidencian, como la asimetría de información. De esta manera, los autores plantean instrumentos matemáticos que son útiles para la finalidad de esta investigación, como el Modelo Principal-Agente (MPA), en el que se establecen las características de cada uno y sus funciones de utilidad en búsqueda de una maximización de beneficios para ambas partes. Además, definen un factor determinante en sus modelos que es el ratio de verosimilitud, el cual relaciona las probabilidades de realizar dos acciones y los impactos

que esta relación puede generar sobre los costos del principal.

Marco contextual

El desarrollo del occidente de Boyacá ha girado en torno a la minería de esmeraldas, principal producto explotado en la región y de sustento para sus habitantes. En 1969, la disminución de la participación estatal en la región generó un detrimento de lo público-nacional en privado-local, dando paso a la consolidación de clanes familiares como una forma privada de poder local, que convertiría la guerra en el instrumento para definir el mando, el poderío y la repartición en las minas de esmeraldas (Uribe, 1992).

Por otro lado, las entrevistas realizadas por Francisco Giraldo¹ a trabajadores de las minas en el occidente de Boyacá permiten ver las diferentes problemáticas sociales que se presentan en la zona desde el punto de vista de los gUAQUEROS, quienes hacen un recuento de cómo es el trabajo en la mina, la participación del Estado, el papel del patrón en la sociedad y las condiciones sociales en las que se desenvuelven.

Los problemas de corrupción por parte de las instituciones estatales y de personas particulares hacían que

el Estado no tuviera reconocimiento alguno en la región, sino que, por el contrario, fuera juzgado como principal causante del atraso social y económico que se evidenciaba. De igual manera, hoy en día, el Estado continúa siendo estigmatizado como culpable de la falta de desarrollo de la región.

Tenemos colegios, casas, la iglesia, pero aun así los servicios son muy malos, como concejal he solicitado la destinación de recursos todo el tiempo en búsqueda de soluciones a problemas que hay, se han dado cambios, pero no en la proporción que debería darse, ni siquiera el 50% de lo que pudo ser, eso hace difícil que uno se motive a realizar un trabajo por la sociedad. [...] Se habla de la capital mundial de la esmeralda, de un proceso de paz en la región, pero el Estado nunca puso sus ojos en un municipio que no debería estar en las condiciones en las que se encuentra (Peñuela, 2015).

La ausencia del Estado en la región ha sido notoria, la falta de autoridades públicas y de instituciones oficiales fuertes ha generado que la sociedad tenga problemas como la drogadicción en los jóvenes y la prostitución.

Sin embargo, esta ausencia del Estado ha beneficiado a quienes han obtenido los títulos mineros, los *patrones*, quienes han brindado oportunidades de trabajo en la mina, servicios públicos,

1 Economista y profesor investigador, Universidad Externado de Colombia.

vivienda y seguridad. Los patrones han sustituido el papel del Estado en la región y han obtenido poder y reconocimiento por parte de la sociedad, tanto así que tienen el reconocimiento por parte de funcionarios públicos, alcaldes, sargentos y coroneles (Hernández y Verdugo, 2004).

Por otro lado, los trabajadores de la mina, conocidos como *guaqueros*, son personas que terminaron allí en busca de nuevas oportunidades, en su mayoría son personas de la región, pero igualmente hay quienes en otras regiones renunciaron totalmente a las vidas que llevaban, sus estudios, sus familias, sus ciudades, en búsqueda de riqueza en las minas.

Las relaciones entre patrones y *guaqueros* se han visto fortalecidas por distintos factores sociales, económicos y culturales. La compensación salarial al trabajador se basa en algunos casos en salarios fijos, pero en su mayoría, dadas las condiciones de la explotación de esmeralda y su extracción volátil, se establece como pago el 10% de la extracción que realice cada *guaquero*, lo cual es incentivo para estar en la constante búsqueda de esmeraldas.

Además de estas compensaciones salariales, el patrón, aparte de brindar bienes y servicios públicos, genera pagos no remunerados a las comu-

nidades con el apoyo de las alcaldías locales con la celebración de las ferias y fiestas de los pueblos, donde ellos brindan bebida, comida y prostitutas a sus trabajadores, junto con el reinado del pueblo. Esta es una forma de mostrarse cercano a sus trabajadores, compartiendo espacios como uno más de ellos.

Sin embargo, el patrón tiene otra faceta en cuanto al uso de la fuerza. Dadas las condiciones de poca presencia del Estado, casi nula, el patrón tiene la posibilidad de ejercer el uso de su poder para imponer castigos a los *guaqueros* ante situaciones como el mal reporte de la extracción minera. Este abuso de poder ha llegado a causar la muerte de trabajadores de formas atroces, como lanzarlos de un helicóptero, matar a sus familias, abrirlos para sacar las esmeraldas que ingieren, etc., todo esto con el fin de imponerse y hacer valer su posición en la sociedad.

Por otro lado, el tema religioso se encuentra muy marcado en la región, tanto así que muchos deifican a sus patrones, pues los *guaqueros* los ven como elegidos de Dios que, en su criterio, no se dejaron llevar por la avaricia y son los únicos capaces de administrar las minas para el bien de todos; muchos otros han fracasado en el intento, hasta el mismo Estado (Hernández y Verdugo, 2004).

Cada vez que el inconfundible ruido de un helicóptero interrumpía el ambiente somnoliento del poblado, era porque Don Gilberto Molina –y no otro– había llegado. Entonces una multitud de chiquillos y adultos corrían hasta el cerro donde se levanta el colegio Nuestra Señora de la Paz para dar la bienvenida a su “Patrón” y la algarabía no cesaba hasta que él volviera a trepar a la nave [...]. Algunos sin negar la gran verdad dicen que Quípama tuvo dueño. [...] no solamente por ser el propietario de algunos terrenos sino por la influencia que consiguió a través de los años en esa discutida y tenebrosa zona esmeraldera del país [...] (Uribe, 1992).

Se han reflejado tres instituciones informales muy marcadas en el occidente de Boyacá, como los salarios no remunerados, los castigos por parte de los patrones a sus trabajadores, y el aspecto religioso que los hace tener un comportamiento moral y de respeto a su patrón.

A pesar de estas condiciones de vida, existe desigualdad en la zona, las condiciones de pobreza no se han disminuido, cada día se lucha por mejorar las condiciones de vida, tienen algunos lo necesario, pero de igual forma quieren más, quieren vivir con estabilidad y no depender del azar de encontrar una piedra que les cambie la vida.

Es la única opción que hay para vivir día a día, además es el único lugar en donde hay tranquilidad, [...] nunca muere la esperanza de encontrar algo, nunca me ha faltado la comida ni la ropa, pero hay gente que sí pasa necesidades, que sufre, se desayunan con un agua panela o un tinto y vuelven en la noche con eso, [...] es incoherente porque en donde hay tanta riqueza también hay mucha hambre, mucha necesidad (Peñuela, 2015).

Metodología

Para llevar a cabo este proceso, determiné las características principales de cada uno de los participantes, es decir, el principal, que será conocido como el *patrón*, y el agente va a ser denominado *guaquero*.

De acuerdo con lo ya mencionado en este trabajo, el patrón se puede caracterizar como una persona que tiene alto poder en la región; adquiere títulos mineros; cumple la función de Estado brindando bienes y servicios públicos a la comunidad, y finalmente, dadas las condiciones en las que se encuentra y su poder en la región, se puede definir como una persona neutral al riesgo. Por otro lado, los guaqueros son trabajadores en busca de oportunidades y mejores condiciones de vida; reciben generalmente pagos acordes con los niveles de extracción que realicen, aunque también hay minas donde se establecen salarios fijos; y dadas las

características del patrón, se pueden definir como agentes aversos al riesgo, debido a los castigos que pueden enfrentar y a los beneficios que pueden perder y no encontrar en otro lugar, como los servicios públicos.

Para el desarrollo del problema, se utilizará un MPA de riesgo moral², dadas las condiciones de empleabilidad de la zona donde se analiza el comportamiento del gUAQUERO solo después de establecer el contrato, es decir, su desempeño dentro de la mina.

El problema en torno a la relación patrón-gUAQUERO es la existencia de asimetría de información en los niveles de extracción de esmeraldas de la mina, dado que el patrón no conoce cuánto se está extrayendo realmente por parte del trabajador debido a que en la minería de esmeraldas no se puede determinar claramente el volumen de explotación, y esto solo lo conoce el gUAQUERO luego de trabajar en la mina.

Formalmente, asumiré que los ingresos del principal están sujetos a un nivel de extracción $i: 1, 2, \dots, n$ que depende de las acciones que realice el gUAQUERO, quien tiene dos opcio-

nes: la primera, no informar lo que realmente extrae de la mina (a), y la segunda, informar lo que extrajo realmente de la mina (b).

El patrón no puede observar directamente las acciones que realiza el gUAQUERO, pero sí tiene información de esto a partir de los niveles de extracción que realiza; para que se cumpla esto, no se puede establecer que para cada acción que realice el gUAQUERO, exista un nivel fijo de extracción, puesto que para el patrón observar la producción sería equivalente a observar la acción del gUAQUERO y no existiría asimetría de información. Por lo tanto, para las acciones que realiza el gUAQUERO existe una distribución de probabilidad que depende de los niveles de extracción i y de j , en el que j es el conjunto de acciones, $j = \{a, b\}$.

Sin embargo, el gUAQUERO tiene que afrontar costos al momento de realizar estas acciones, los cuales estableceré como una función de costos que depende de la acción que realizó, $C(j)$: este costo es intrínseco, no depende de otras circunstancias aparte de la acción que realizó. Por ejemplo, el costo de realizar a , $C(a)$, para el gUAQUERO puede verse reflejado en las formas que tiene que emplear para ocultar la parte de la extracción que planea quedarse, como en algunos casos llegar a ingerir la piedra; mientras que el costo de realizar b , $C(b)$, puede reflejarse como el costo de oportunidad de informar

2 El modelo principal-agente de riesgo moral hace referencia a la toma de decisiones por parte del agente, de tal forma que afecta la probabilidad de que algún evento ocurra y dicha acción no sea verificable, afectando la eficiencia de los mercados.

lo que realmente extrajo y renunciar a aquello que podría comprar con los excedentes que pudo apropiarse.

Para este caso, establezco para el gUAQUERO una función de utilidad que depende de los salarios, es decir, $U(S_i)$, donde su salario va a depender de los niveles de extracción de la mina. Esta función de utilidad tiene las características de una persona aversa al riesgo³.

Sin embargo, el patrón debe asegurar que el gUAQUERO trabaje en la mina, por lo que existe una restricción de participación, la cual debe garantizar que la utilidad que recibe el gUAQUERO por trabajar en la mina debe ser mayor o igual a la utilidad que recibiría por trabajar realizando otra actividad, la cual es conocida como utilidad de reserva, \bar{U} .

$$\sum_1^n \pi_{ib} U(S_i) - C(b) \geq \bar{U}$$

De igual forma, el patrón se debe enfrentar a una restricción de incentivos, la cual asegure que se realice la acción deseada por él y no la acción que desee el gUAQUERO, es decir, él debe garantizar que el gUAQUERO tenga incentivos para elegir la acción b , en este caso.

3 Es una función creciente, donde su primera derivada es estrictamente positiva ($U'() > 0$), y la segunda derivada es estrictamente negativa ($U''() < 0$).

$$\sum_1^n \pi_{ib} U(S_i) - C(b) \geq \sum_1^n \pi_{ia} U(S_i) - C(a) \quad \forall a \neq b$$

Sin embargo, existe la posibilidad de que el patrón implemente sistemas de seguridad que le permitan tener un mayor control sobre los trabajadores de la mina, por lo que podría incurrir en costos de monitoreo M . Existiendo esta condición, la restricción de incentivos para el gUAQUERO se vería modificada al establecer una utilidad de la forma Von Neuman-Morgenstern, asumiendo que el gUAQUERO es neutral al riesgo, es decir, el gUAQUERO estaría sujeto a una función de probabilidad de fracaso p que depende de M , en caso de que decida realizar la acción a , donde $p(M) > 0$, $p'(M) > 0$ y $p''(M) < 0$. Cabe aclarar que se asume que en caso de ser descubierto el gUAQUERO, su utilidad es cero, ya que no obtendría beneficio alguno, de tal manera que solo encontraría utilidad en caso de que logre realizar a con una probabilidad de $(1 - p(M))$. Teniendo en cuenta esto, se puede establecer que la nueva restricción de incentivos en presencia de monitoreo sería:

$$\sum_1^n \pi_{ib} U(S_i) - C(b) \geq \dots \sum_1^n \pi_{ia} [(1 - p(M))U(S_i)] - C(a) \quad \forall a \neq b$$

En términos generales, estos modelos plantean los beneficios que puede obtener el patrón a partir de una maximización de beneficios en la que elige un salario óptimo y un costo de monitoreo óptimo que garantice la participación del gUAQUERO en la actividad minera y que de igual forma evite que este no informe el verdadero volumen de extracción. En cuanto al gUAQUERO, el modelo refleja los beneficios que puede obtener en caso de cooperar (*b*) y no cooperar (*a*) con el patrón, donde la acción que decida realizar tiene unos costos que se ven altamente influenciados, en este caso, por las instituciones informales.

Resultados

De este planteamiento, cabe aclarar que la restricción de participación se cumple de acuerdo con la evidencia recolectada en las entrevistas y a las declaraciones que se obtienen de estas, según las cuales la minería de esmeraldas es la mejor alternativa para la mayoría de las personas en el occidente de Boyacá. Por otro lado, la restricción de incentivos se cumple gracias a la presencia de instituciones informales, ya que incrementan los costos de realizar la acción *a*, por los castigos que puede ejercer el patrón en caso de descubrir al gUAQUERO y el conflicto moral que este enfrentaría por realizar esa acción.

Sin embargo, los resultados obtenidos del modelo dejan ver varias variables. La primera es que la presencia de salarios fijos no es eficiente, dadas las características de la minería, ya que por la incertidumbre que hay en torno a la extracción, el patrón podría incurrir en costos fijos, independientes del nivel de extracción, los cuales serían un desincentivo a entrar a participar en la explotación minera, pues en dado caso estos costos podrían ser mayores a los ingresos del patrón, y esto se da ya que al tener salarios constantes luego del proceso de minimización de costos se garantiza que se cumpla la restricción de participación, de manera que se asegura un salario que genera la misma utilidad de reserva del gUAQUERO. Por otro lado, los trabajadores tendrían un ingreso fijo que desincentivaría el realizar tanto *a* como *b*, ya que no tendrían que preocuparse por encontrar esmeraldas para obtener beneficios.

En cambio, si el patrón establece salarios en función del nivel de extracción por parte del gUAQUERO, está generando incentivos para que se tenga un mejor desempeño y así mismo obteniendo mayores beneficios ambas partes.

A partir de estos resultados, se encuentra que un pago de salarios altos, que no quiere decir que sean fijos, sino que dependan de su trabajo,

garantizan en alguna medida que se realice la acción que desea el patrón, es decir, b . Sin embargo, el verdadero causante de que el gúaquero realice b son las instituciones informales, ya que hace que se incrementen los costos de realizar a por parte del gúaquero. Para facilitar este análisis, planteo a continuación las soluciones del juego principal-agente en un escenario al margen del Estado y sin la presencia de instituciones informales, es decir, que no hay castigos representativos a acciones incorrectas; y un segundo escenario en presencia de las instituciones informales mencionadas en el artículo. Estos resultados se pueden expresar en un juego principal-agente en su forma matricial (ver anexos, Juego n.º 1).

Allí se expresan las utilidades finales de cada uno de los participantes para entender los pagos que reciben al final de la interacción. Inicialmente, definiremos las acciones del patrón como pagar un salario bajo (sb) y pagar un salario alto (sa) donde se intuye que $S_i^1 < S_i^2$, donde i equivale al nivel de esmeraldas extraído, manteniendo las convenciones. En este caso, para ilustrarlo de forma general, asumiremos m como el nivel de esmeraldas extraído realmente y k como el nivel de esmeraldas informado, donde el gúaquero en caso de no informar realmente el valor extraído, es decir realiza la acción a , obtiene un ingreso extra correspondiente a la

diferencia entre el valor extraído y el informado realmente, $(X_m - X_k)$. De igual manera, cabe explicar que, por ejemplo, $S_{k=m}^1$ corresponde a que el gúaquero realizó la acción b en presencia de un salario bajo, al informar el nivel extraído realmente, es decir $k = m$, para los demás casos se asume que $k < m$; esto quiere expresar que el patrón siempre va a pagar salarios acordes con la información que tiene por parte del gúaquero.

En un primer caso, se asume la ausencia de las instituciones informales, es decir, el $C(a) = C(b)$, de tal manera que se encuentra que la mejor opción para el gúaquero, independientemente del nivel del salario, es realizar la opción a ; mientras que para el patrón sigue siendo esperar a que el gúaquero realice en realidad la opción b ; sin embargo, no hay incentivos claros para realizarlos (ver anexos, Solución n.º 1).

De esta situación de ausencia de instituciones informales se encuentra que hay un equilibrio en el juego, $E_{nash}^1 = \{(Sa, a)\}$, donde el gúaquero prefiere realizar la acción a , ya que no hay diferencia de costos entre realizar a o b y sus beneficios son mayores, mientras que por términos de eficiencia el patrón paga salarios altos.

Ahora asumiremos la presencia de las instituciones informales, castigo por parte de los patrones, pagos no

remunerados y la moral religiosa. Bajo esta realidad, la existencia de instituciones informales hace que la acción a se vuelva más costosa, es decir $C(a) > C(b)$, ya que el gUAQUERO puede tener un costo tan alto que es llegar a perder su vida y/o la de sus familiares: recordemos que el gUAQUERO es una persona aversa al riesgo. Por tal motivo, se encontraría la siguiente solución al juego (ver anexos, Solución n.º 2)

Existe un equilibrio de Nash bajo estrategias puras, que sería $E_{nash}^2 = \{(Sa, b)\}$, en el que tanto patrón como gUAQUERO se ven beneficiados por su cooperación. En presencia de instituciones informales, el gUAQUERO siempre va a realizar la acción b debido a los altos costos de a ; el patrón, por su lado, siempre va a elegir pagar salarios altos por términos de eficiencia.

De esta manera, comparando ambos escenarios, encuentro que es más eficiente el escenario de las instituciones informales, ya que tanto patrón como gUAQUERO se ven beneficiados por su cooperación, $E_{nash}^2 = \{(Sa, b)\} = \{11, 15\}$ y $E_{nash}^1 = \{(Sa, a)\} = \{10, 6\}$. De igual forma, es necesario tener en cuenta los pagos no remunerados al gUAQUERO, como lo son las festividades y además la compensación moral que se obtiene al realizar la opción b bajo la presencia de instituciones informales.

- Modelo principal-agente en presencia de monitoreo

En este caso, supondremos que el patrón establece un sistema de vigilancia en la mina, el cual tiene un costo M , independiente del nivel de extracción. El análisis es exactamente igual que el planteado en el modelo anterior; sin embargo, difiere en la restricción de incentivos, ya que el gUAQUERO está bajo un sistema de vigilancia, lo que hace que incurra en la probabilidad de ser descubierto (p) y la probabilidad de no ser descubierto ($1 - p$).

Del resultado de la optimización, teniendo en cuenta que se incurre en costos de monitoreo, se puede encontrar que, al igual que en el primer modelo, un salario constante no es eficiente para que se generen incentivos para los gUAQUEROS de encontrar y extraer esmeraldas, lo cual disminuye los ingresos del patrón y así incrementan sus gastos que se encuentran fijos. Por otro lado, existen ahora dos maneras de garantizar que el gUAQUERO realice la acción b : la primera nuevamente es el incentivo salarial y la segunda es el monitoreo.

Respecto al monitoreo, el salario depende positivamente del nivel de monitoreo, es decir, a mayor monitoreo se genera una mayor probabilidad de determinar la acción que está realizando el gUAQUERO, en este caso saber si no está informando el volumen que realmente extrae (a); al incrementarse la probabilidad de ser detectado, el gUAQUERO obtendrá mayores beneficios

ante un mayor rendimiento laboral, es decir, ante una mayor extracción de esmeraldas.

Como resultado de la optimización respecto al monitoreo (M), se encuentra que tiene una relación inversa con el salario, es decir, a salarios más bajos el costo de monitoreo debe ser mayor. Sin embargo, se puede observar que tiene sentido el pago de salarios altos, puesto que el patrón debe compensar la utilidad que deja de recibir el gUAQUERO por no llevarse parte de su extracción, y de igual manera, por términos de eficiencia. Aun así, estos salarios no serán más altos de lo que se paga en ausencia de monitoreo, ya que no sería eficiente en términos de costos.

De igual manera que con el juego anterior, se puede expresar el juego en su forma matricial (ver anexos, Juego n.º 2). Donde Mb representa un costo de monitoreo bajo y Ma , un costo de monitoreo alto incurrido por el patrón; de esta manera planteo la solución general en los mismos escenarios, con y sin instituciones informales, del juego anterior respecto a los salarios, pero ahora con la influencia de costos de monitoreo.

En el caso de ausencia de instituciones informales, los pagos del gUAQUERO están influenciados por la probabilidad de no ser detectado por el sistema de monitoreo, es decir que en caso de

elegir la opción a , el gUAQUERO obtiene un beneficio ($X_m - X_k$) que depende del fracaso del sistema de seguridad, es decir, la función de probabilidad $(1 - p(M))$. Se asume que en caso de ser descubierto, el pago que recibe por su acción es cero, por tal motivo se omite de los pagos (ver anexos, Solución n.º 3).

En este juego se encuentran dos equilibrios de Nash bajo estrategias puras que corresponden $E_{nash}^1 = \{(Mb, Sa, a)\} = \{5, 4\}$ y $E_{nash}^2 = \{(Ma, Sb, b)\} = \{5, 7\}$, ya que ante presencia de monitoreo bajo, el gUAQUERO tiene mayores posibilidades de no informar lo que extrajo, es decir, realizar a , mientras que el patrón prefiere pagar salarios altos por términos de eficiencia de sus trabajadores, es decir, nos encontramos en $E_{nash}^1 = \{(Mb, Sa, a)\}$. Por otro lado, en presencia de monitoreo alto, el trabajador prefiere realizar b , ya que la posibilidad de ser descubierto es mayor, de tal forma que no tiene incentivos para realizar a . Igualmente, el patrón paga salarios altos por cuestiones de eficiencia, llegando así a $E_{nash}^2 = \{(Ma, Sb, b)\}$. En este escenario, es más eficiente E_{nash}^2 ya que el patrón se ve beneficiado al obtener el verdadero volumen de extracción y el gUAQUERO no incurre en riesgo alguno, obteniendo igualmente un pago salarial acorde con su trabajo.

El segundo escenario en presencia de instituciones informales (ver anexos,

Solución n.º 4) se puede observar la existencia de dos equilibrios de Nash perfecto en subjuegos por estrategias puras que son $E_{nash}^1 = \{(Mb, Sa, b)\} = \{5, 8\}$ y $E_{nash}^2 = \{(Ma, Sb, b)\} = \{5, 6\}$. En presencia de instituciones informales, se incrementan los costos de realizar a para el guaquero, de tal forma que siempre va a elegir la opción b . Por otro lado, el patrón, cuando decide tener un nivel de monitoreo bajo, paga salarios altos de acuerdo con los resultados obtenidos en la optimización, obteniendo así E_{nash}^1 . Ahora, si el patrón decide implementar un monitoreo alto, ese costo es compensado con un pago de salarios bajo, lo que lleva a obtener E_{nash}^2 . En términos de eficiencia, el equilibrio $E_{nash}^1 = \{(Mb, Sa, b)\}$ es mejor, ya que garantiza salarios altos y un costo de monitoreo bajo. Recordemos que salarios altos generan mayores incentivos productivos de acuerdo con el resultado de la optimización, lo que generaría mayores beneficios para ambas partes, en contraste con el equilibrio E_{nash}^2 en este caso.

Comparando ambos escenarios, es más eficiente el equilibrio de Nash encontrado en un escenario que tiene instituciones informales, puesto que es necesario tener en cuenta que estas pueden generar mayores beneficios al trabajador, como los salarios no remunerados, bienes y servicios públicos, etc., todo esto sujeto a si su

comportamiento es el adecuado, es decir que no engaña al patrón, pues el castigo puede ser igualmente más grande que en ausencia de estas instituciones informales.

Conclusiones

Luego de realizar el planteamiento de los MAP, con y sin monitoreo, y llevar a cabo los procesos de optimización, se pueden plantear las siguientes conclusiones:

1. La presencia de instituciones informales garantiza la existencia de un equilibrio de Nash, que es eficiente en la relación patrón-guaquero, dependiendo de la presencia o ausencia de monitoreo. En ausencia de monitoreo, el equilibrio de Nash más eficiente es $E_{nash}^1 = \{(Sa, b)\}$, el cual garantiza que con una remuneración salarial alta, tanto patrón como guaquero se ven beneficiados, dados los niveles de productividad que se pueden alcanzar con los incentivos salariales. En presencia de monitoreo, se encuentra que el equilibrio de Nash más eficiente es $E_{nash}^1 = \{(Mb, Sa, b)\}$, es decir, un monitoreo bajo con un salario alto garantiza que se realice la acción b , dados los costos causados por las instituciones informales, de tal manera que tanto patrón como guaquero se ven beneficiados.

2. Los pagos de salarios constantes no son eficientes en el sistema productivo minero, puesto que no garantizan que se realicen las acciones deseadas y, por otro lado, puede que no sean un incentivo muy fuerte para mejorar la productividad del gUAQUERO. Por estos motivos, los pagos de comisiones o bonos por total de esmeraldas extraídas generan una productividad mayor, dado que se pueden recibir pagos más altos.
3. Los sistemas de monitoreo tienen efectos positivos sobre los salarios de los trabajadores, pues a mayor monitoreo se debe generar una compensación salarial que garantice al trabajador recuperar el costo de oportunidad de no cooperar. Sin embargo, un costo de monitoreo alto no es eficiente en presencia de instituciones informales como las que se encuentran en el occidente de Boyacá, ya que las instituciones informales tan fuertes y tan marcadas en la región hacen que los trabajadores eviten correr riesgos al dejar de informar los niveles de extracción que obtuvieron.
4. Ante la presencia de asimetría de información, el principal está dispuesto a pagar salarios altos que generen incentivos a realizar las acciones que desea que realice el trabajador. Sin embargo, la presencia de instituciones, ya sean formales o informales, pueden sustituir ese costo que adquiere el principal de incrementar el salario y transferirlo al agente, de manera que le sea más costoso realizar la acción menos deseada por el principal.
5. En términos generales, la presencia de instituciones sólidas, ya sean formales o informales, garantiza que se lleven a cabo acciones deseadas, en este caso por el principal, ya que pueden incrementar tanto los costos por medio de castigos, como los beneficios por medio de salarios no remunerados.

Anexos

Juego n.º 1. Modelo principal-agente (patrón-guaquero)

		<u>Patrón</u>	
		<u>Sb</u>	<u>Sa</u>
<u>Guaquero</u>	<u>a</u>	$S_k^1 + (X_m - X_k) - c(a) ; X_k - (S_k^1)$	$S_k^2 + (X_m - X_k) - c(a) ; X_k - (S_k^2)$
	<u>b</u>	$S_{k=m}^1 - c(b) ; X_{k=m} - (S_{k=m}^1)$	$S_{k=m}^2 - c(b) ; X_{k=m} - (S_{k=m}^2)$

Solución n.º 1. MPA en ausencia de instituciones informales

		<u>Patrón</u>	
		<u>Sb</u>	<u>Sa</u>
<u>Guaquero</u>	<u>a</u>	<u>10</u> 5	<u>10</u> <u>6</u>
	<u>b</u>	6 7	7 <u>8</u>

* La letra subrayada representa los mejores pagos para cada jugador de acuerdo con la acción que decidió realizar.

Solución n.º 2. MPA en presencia de instituciones informales

		<u>Patrón</u>	
		<u>Sb</u>	<u>Sa</u>
<u>Guaquero</u>	<u>a</u>	5 8	6 <u>12</u>
	<u>b</u>	<u>8</u> 9	<u>11</u> <u>15</u>

* La letra subrayada representa los mejores pagos para cada jugador de acuerdo con la acción que decidió realizar.

Juego n.º 2. Modelo principal-agente con monitoreo

		<u>Patrón</u>	
		<u>Mb</u>	
		<u>Sb</u>	<u>Sa</u>
<u>Guaquero</u>	<u>a</u>	$S_k^1 + (1 - p(M))(X_m - X_k) - c(a) ; X_k - (S_k^1 + M^1)$	$S_k^2 + (1 - p(M))(X_m - X_k) - c(a) ; X_k - (S_k^2 + M^1)$
	<u>b</u>	$S_{k=m}^1 - c(b) ; X_{k=m} - (S_{k=m}^1 + M^1)$	$S_{k=m}^2 - c(b) ; X_{k=m} - (S_{k=m}^2 + M^1)$

		<u>Patrón</u>	
		<u>Ma</u>	
		<u>Sb</u>	<u>Sa</u>
<u>Guaquero</u>	<u>a</u>	$S_k^1 + (1 - p(M))(X_m - X_k) - c(a) ; X_k - (S_k^1 + M^2)$	$S_m^2 + (1 - p(M))(X_m - X_k) - c(a) ; X_k - (S_k^2 + M^2)$
	<u>b</u>	$S_{k=m}^1 - c(b) ; X_{k=m} - (S_{k=m}^1 + M^2)$	$S_{k=m}^2 - c(b) ; X_{k=m} - (S_{k=m}^2 + M^2)$

Solución n.º 3. Modelo principal-agente con monitoreo en ausencia de instituciones informales

		<i>Patrón</i>			
		<i>Mb</i>			
		<i>Sb</i>		<i>Sa</i>	
<i>Guaquero</i>	<i>a</i>	<u>4</u>	3	<u>5</u>	<u>4</u>
	<i>b</i>	2	3	3	<u>5</u>

		<i>Patrón</i>			
		<i>Ma</i>			
		<i>Sb</i>		<i>Sa</i>	
<i>Guaquero</i>	<i>a</i>	2	4	4	<u>6</u>
	<i>b</i>	<u>3</u>	5	<u>5</u>	<u>7</u>

* La letra subrayada representa los mejores pagos para cada jugador de acuerdo con la acción que decidió realizar.

Solución n.º 4. Modelo principal-agente con monitoreo en presencia de instituciones informales

		<i>Patrón</i>			
		<i>Mb</i>			
		<i>Sb</i>		<i>Sa</i>	
<i>Guaquero</i>	<i>a</i>	2	5	3	<u>7</u>
	<i>b</i>	<u>4</u>	6	<u>5</u>	<u>8</u>

		<i>Patrón</i>			
		<i>Ma</i>			
		<i>Sb</i>		<i>Sa</i>	
<i>Guaquero</i>	<i>a</i>	1	4	2	<u>5</u>
	<i>b</i>	<u>3</u>	5	<u>4</u>	<u>6</u>

* La letra subrayada representa los mejores pagos para cada jugador de acuerdo con la acción que decidió realizar.

Referencias

- SILVA, S.; ESLAVA, A.; PRECIADO, A.; ZAPATA, O.; CORREA, L. y GIRALDO, J. (2015). La confianza en las zonas mineras de Antioquia, Bolívar y Córdoba. *Revista de Economía Institucional*, 17(33). <https://doi.org/10.18601/01245996.v17n33.10>
- GORBANEFF, Y. (2012). Teoría del agente-principal y el mercadeo. *Revista Universidad EAFIT*, 39(129), 75-86.
- HOLMSTROM, B. y MILGROM, P. (1991). Multitask principal-agent analyses: Incentive contracts, asset ownership, and job design. *Journal of Law, Economics, & Organization*, 7, 24-52.
- HERNÁNDEZ, L. y VERDUGO, O. (2004). *La segunda guerra de las esmeraldas y el proceso de paz en el occidente de Boyacá*. Tunja.
- DARÍO (2014). (F. Giraldo, entrevistador).
- HERNÁN (2014). (F. Giraldo, entrevistador).
- NADAR, W. (2015). Gerente mina Real (F. Giraldo, entrevistador).
- PEÑUELA, S. (2015). (F. Giraldo, entrevistador).
- CÁRDENAS, E. y OJEDA, J. (2002). La nueva economía institucional y la teoría de la implementación. *Economía Institucional*(6).
- URIBE, M. V. (1992). *Limpiar la tierra: Guerra y poder entre esmeralderos*. CINEP.