

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Ingeniería con Especialidad en Ciencias de la Computación

Proyecto parte 2 – Algoritmos de Asociación

María de los Angeles Rodríguez Coc

Contenido

Análisis de Resultados Obtenidos	1
Datos utilizados	1
Arboles de Decisión	1
Árbol 1:.....	1
Árbol 2:.....	4
Árbol 3:.....	5
Árbol 4:.....	7
Random Forest	10
Bosque 1:.....	10
Bosque 2:.....	11
Redes Neuronales	12
Propuestas	14
Referencias	15

Análisis de Resultados Obtenidos

Datos utilizados

Para este proyecto se utilizaron los datos de los Concursos de Guatecompras, los cuales se obtuvieron de la página de datos abiertos del Ministerio de Finanzas Públicas de Guatemala. Se seleccionaron únicamente los datos relacionados a los concursos adjudicados, es decir aquellos concursos en los que ya se decidió al contratista o proveedor ganador. Se omitieron los años del 2008 al 2015 porque su estructura era diferente a la que se maneja a partir del año 2016.

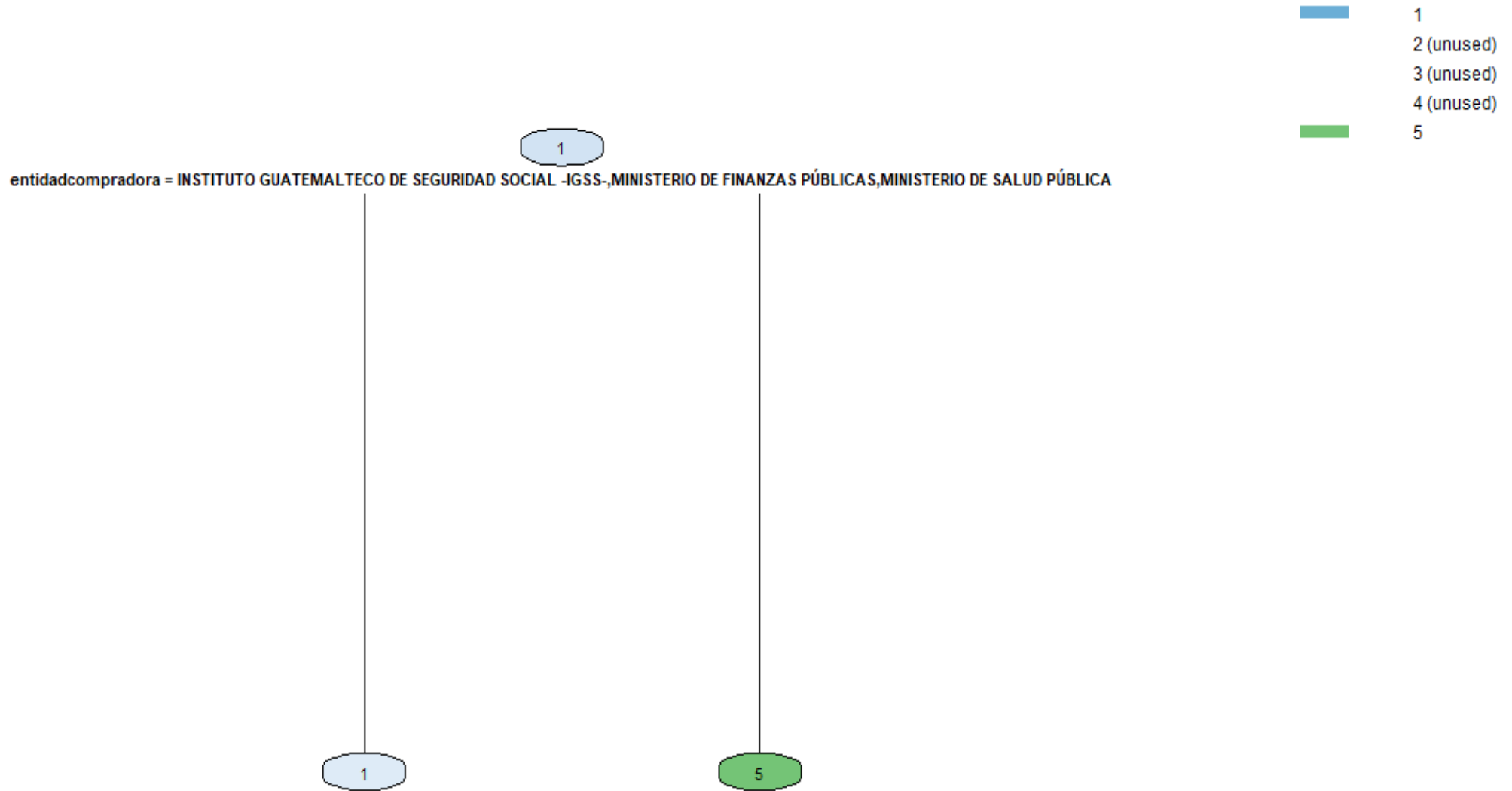
Arboles de Decisión

Al aplicar el algoritmo de árboles de decisión a los datos acerca de concursos de Guatecompras se pudo observar que resaltan algunas reglas interesantes que pueden explicar el comportamiento de los datos, estas reglas se listan a continuación:

Árbol 1: para predecir la categoría a la cual pertenece la adjudicación, se tomaron en cuenta las siguientes variables:

- tipodeentidadpadre
- tipoentidad
- entidadcompradora

Predicción de categoría



El árbol de decisión únicamente toma en cuenta la variable **entidadcompradora** e indica que cuando la entidadcompradora es igual

a MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, MINISTERIO DE FINANZAS PÚBLICAS, GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL -IGSS-, la categoría corresponde a la numero 1 la cual representa a **Salud e insumos hospitalarios**, sino corresponde a **Transporte, repuestos y combustibles**.

Ejemplo:

```
categoria <- data.frame(  
  tipodeentidadpadre="Sector Público",  
  tipoentidad="Administración Central",  
  entidadcompradora="MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA")
```

Entonces la categoría será Salud e insumos hospitalarios

Ejemplo2:

```
categoria1 <- data.frame(  
  tipodeentidadpadre="Sector Público",  
  tipoentidad="Administración Central",  
  entidadcompradora="INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN -INDE")
```

Entonces la categoría será Transporte, repuestos y combustibles

Árbol 2: para predecir la entidad compradora a la cual pertenece la adjudicación, se tomaron en cuenta las siguientes variables:

- tipodeentidadpadre
- tipoentidad
- modalidad
- categorías

El árbol de decisión únicamente toma en cuenta las variables tipoentidad y modalidad e indica que cuando el tipoentidad es administración central o empresas públicas, la entidad compradora será MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, sino será INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL -IGSS-

Ejemplo:

```
categoria2 <- data.frame(  
  tipodeentidadpadre="Sector Público",  
  modalidad="Compra Directa con Oferta Electrónica (Art. 43 LCE Inciso b)",  
  tipoentidad="Administración Central",  
  categorías="Salud e insumos hospitalarios")  
Entonces la entidad compradora será MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA
```

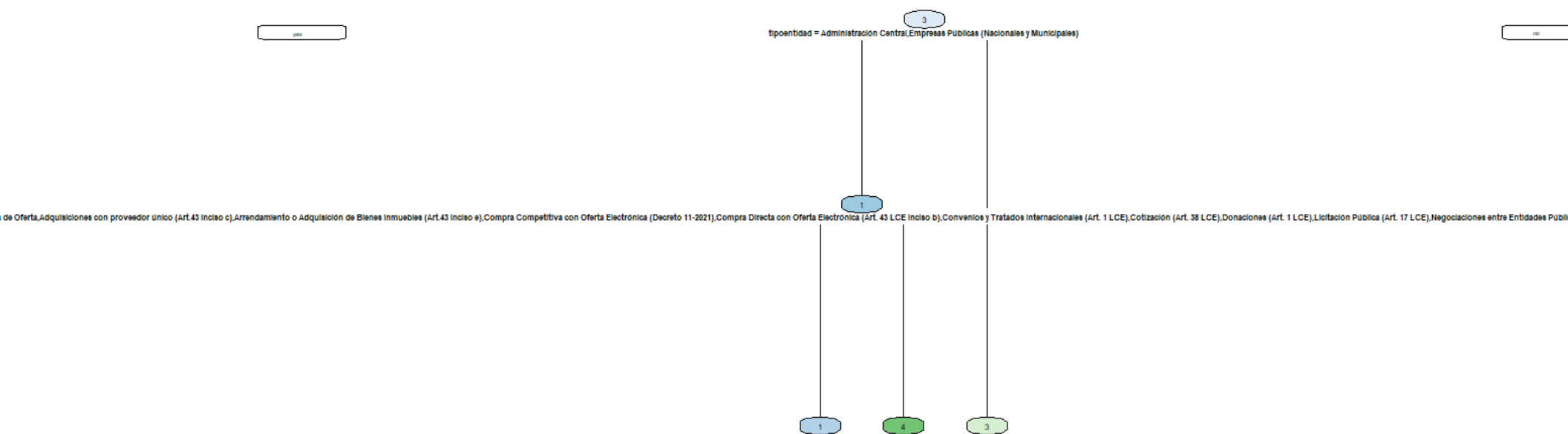
Ejemplo2:

```
categoria5 <- data.frame(  
  
  tipodeentidadpadre="Sector Público",  
  
  modalidad="Contrato Abierto (Art. 46 LCE)",  
  
  tipoentidad="Empresas Públicas (Nacionales y Municipales)",  
  
  categorías="Salud e insumos hospitalarios")
```

Entonces la entidad compradora será el INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN -INDE

- 1
- 2 (unused)
- 3
- 4
- 5 (unused)

Predicción de entidad compradora



Árbol 3: para predecir la modalidad a la cual pertenece la adjudicación, se tomaron en cuenta las siguientes variables:

- tipodeentidadpadre
- tipoentidad
- entidadcompradora
- categorías

El árbol de decisión únicamente toma en cuenta la entidadcompradora e indica que cuando la entidadcompradora es INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL -IGSS-, MINISTERIO DE FINANZAS PÚBLICAS, MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA,

MINISTERIO PÚBLICO la modalidad es Compra Directa con Oferta Electrónica (Art. 43 LCE Inciso b), sino será Procedimientos regulados por el artículo 54 LCE; si la entidadcompradora es INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL -IGSS-, MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, MINISTERIO PÚBLICO la modalidad es Compra Directa con Oferta Electrónica (Art. 43 LCE Inciso b), sino será Contrato abierto (Art. 46 LCE).

Ejemplo:

```
categoria3 <- data.frame(  
  tipodeentidadpadre="Sector Público",  
  tipoentidad="Administración Central",  
  entidadcompradora="MINISTERIO PÚBLICO",  
  categorías="Salud e insumos hospitalarios")
```

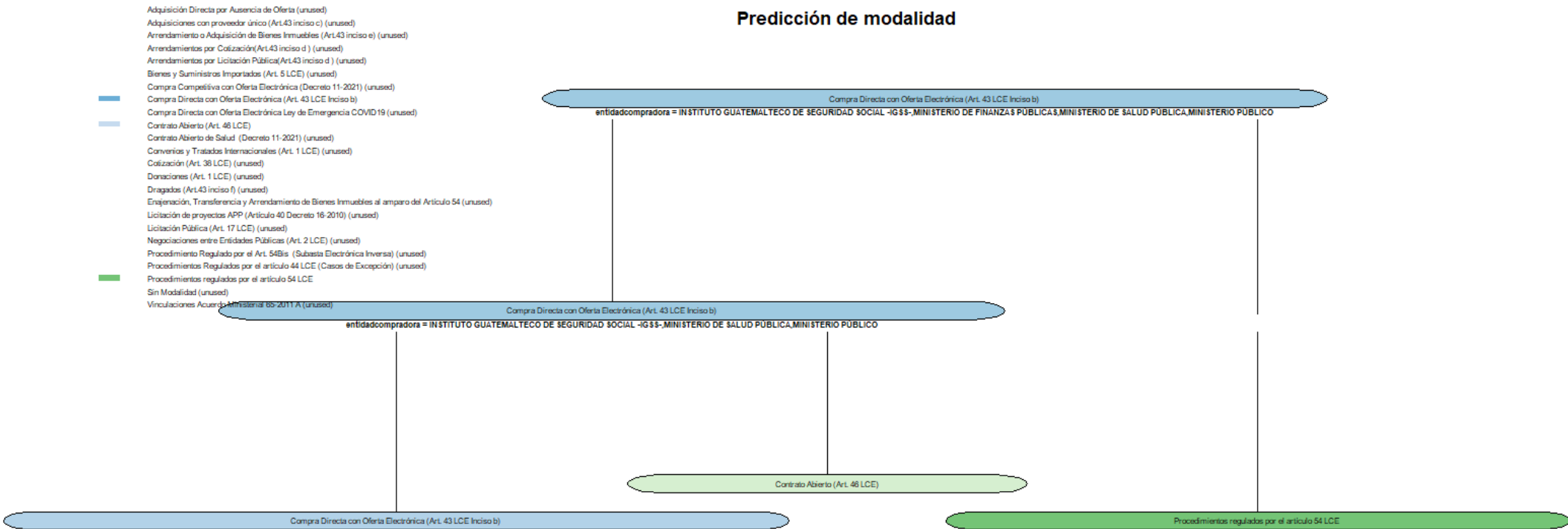
Entonces la modalidad será Compra Directa con Oferta Electrónica (Art. 43 LCE Inciso b).

Ejemplo 2:

```
categoria6 <- data.frame(  
  tipodeentidadpadre="Sector Público",  
  tipoentidad="Administración Central",  
  entidadcompradora="MINISTERIO PÚBLICO",  
  categorías="Seguros, fianzas y servicios bancarios")
```

se destaca que, aunque cambie la categoría, la modalidad sigue siendo la misma

Predicción de modalidad



Árbol 4: para predecir el tipoentidad a la cual pertenece la adjudicación, se tomaron en cuenta las siguientes variables:

- tipodeentidadpadre
- entidadcompradora
- modalidad
- categorías

El árbol de decisión únicamente toma en cuenta el tipoentidad e indica que cuando el tipoentidad es INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN -INDE, MINISTERIO DE FINANZAS PÚBLICAS, MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, el tipodeentidad es Administración Central, sino será Entidades Descentralizadas, Autónomas y de Seguridad Social; si el tipoentidad es MINISTERIO DE FINANZAS PÚBLICAS, MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, MINISTERIO PÚBLICO el tipodeentidad es Administración Central, sino será Empresas Públicas(Nacionales y Municipales)

Ejemplo:

```
categoria4 <- data.frame(  
  tipodeentidadpadre="Sector Público",  
  entidadcompradora="INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN -INDE",  
  modalidad="Contrato Abierto (Art. 46 LCE)",  
  categorías="Transporte, repuestos y combustibles"  
)
```

Entonces el tipoentidad será Empresas Públicas (Nacionales y Municipales)

Ejemplo 2:

```
categoria7 <- data.frame(  
  tipodeentidadpadre="Sector Público",  
  entidadcompradora="MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA",  
  modalidad="Contrato Abierto (Art. 46 LCE)",  
  categorías="Transporte, repuestos y combustibles")
```

al cambiar la entidadcompradora, cambia el tipoentidad a Administración Central

Predicción de entidad

Administración Central

Consejos de desarrollo (unused)

Cooperativas (unused)

Empresas Públicas (Nacionales y Municipales)

Entidades Descentralizadas, Autónomas y de Seguridad Social

Entidades privadas (unused)

Fideicomisos con fondos públicos (unused)

Gobiernos Locales (Municipalidades, Mancomunidades, etc.) (unused)

ONG's, patronatos, comités, asociaciones y fundaciones (unused)

Organizaciones Internacionales (unused)

Otro tipo (unused)

Entidades Descentralizadas, Autónomas y de Seguridad Social

entidadcompradora = INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN -INDE, MINISTERIO DE FINANZAS PÚBLICAS, MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, MINISTERIO PÚBLICO

Administración Central

entidadcompradora = MINISTERIO DE FINANZAS PÚBLICAS, MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, MINISTERIO PÚBLICO

Empresas Públicas (Nacionales y Municipales)

Administración Central

Entidades Descentralizadas, Autónomas y de Seguridad Social

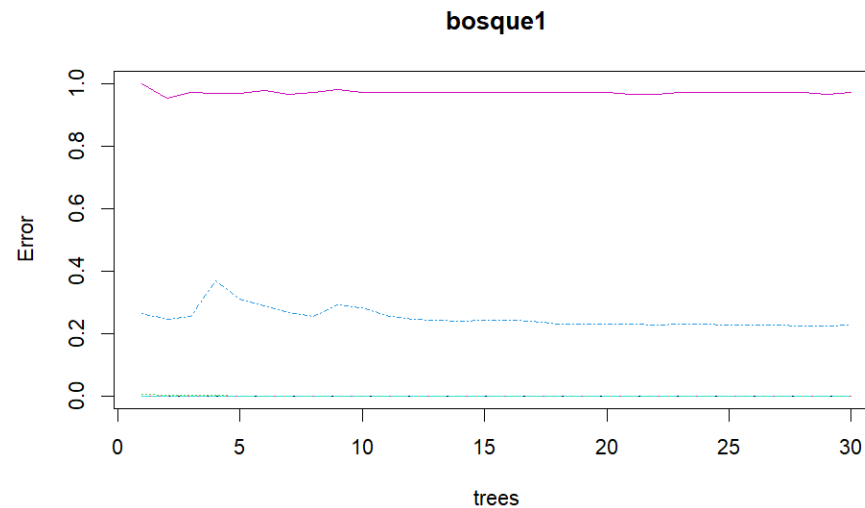
Random Forest

Bosque 1:

Al aplicar el algoritmo de Random Forest a los datos acerca de concursos de Guatecompras se pudo observar lo siguiente:

Para identificar la entidadcompradora, si el tipo de entidad padre es el sector público, el tipo de entidad es Entidades Descentralizadas, Autónomas y de Seguridad Social, la categoría es Salud e insumos hospitalarios y la modalidad es Compra Directa con Oferta Electrónica (Art. 43 LCE Inciso b), entonces la entidad compradora será el INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL - IGSS-.

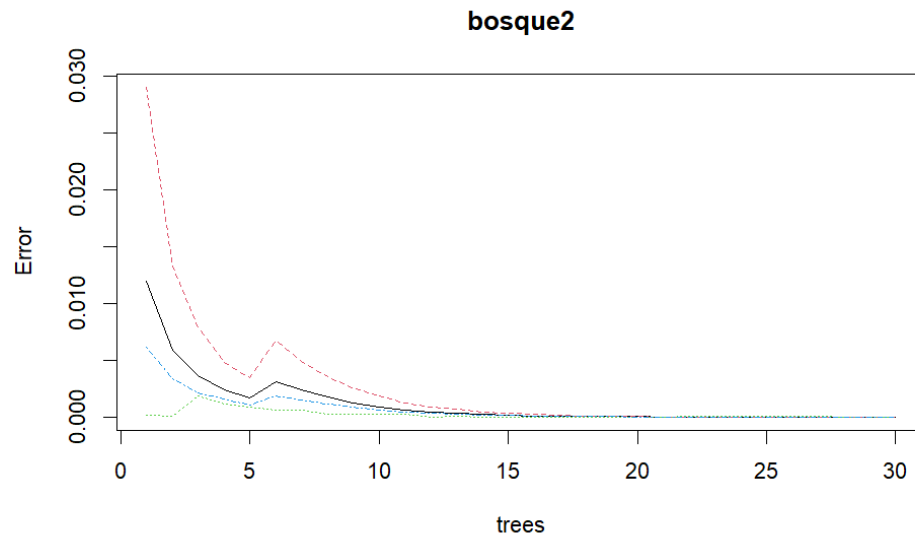
En su lugar, si únicamente realizamos el cambio de tipo de entidad a Administración Central, la entidad compradora será el MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA.



Bosque 2:

Para identificar el tipoentidad, si el tipo de entidad padre es el sector público, la entidad compradora es INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN -INDE, la categoría es Alimentos y semillas y la modalidad es Compra Directa con Oferta Electrónica (Art. 43 LCE Inciso b), entonces el tipoentidad serán las Empresas Públicas (Nacionales y Municipales)

En su lugar, si únicamente realizamos el cambio de la entidad compradora a MINISTERIO DE FINANZAS PÚBLICAS, el tipoentidad será la Administración Central.



Redes Neuronales

Es importante mencionar que para realizar el algoritmo de Redes Neuronales, se debieron codificar todas las variables utilizadas.

Para predecir la entidadcompradora se utilizaron las siguientes variables:

- tipodeentidadpadre
- tipoentidad
- modalidad
- categorías

Donde el modelo con un 99.92 % de precisión indica que, si el tipo de entidad padre es Sector Público, el tipo de entidad es Administración Central, la modalidad es Compra Directa con Oferta Electrónica (Art. 43 LCE Inciso b); y la categoría es Salud e insumos hospitalarios. Entonces la entidad compradora será MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA.

Predicciones

```
▶ predictions = model.predict(entidad_compradora_encoded)
   predicted_classes = np.argmax(predictions, axis=1)
   predicted_labels = label_encoder.inverse_transform(predicted_classes)


   print("Categorías predichas:", predicted_labels)
```

```
↔ 1/1 ————— 0s 86ms/step
   Categorías predichas: ['MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA']
```

Si se cambia el tipo de entidad por Entidades Descentralizadas, Autónomas y de Seguridad Social, la entidad compradora pasa a ser el Instituto guatemalteco de Seguridad Social -IGSS-

```
[17] predictions = model.predict(entidad_compradora_encoded2)
      predicted_classes = np.argmax(predictions, axis=1)
      predicted_labels = label_encoder.inverse_transform(predicted_classes)

      print("Categorías predichas:", predicted_labels)
```

 1/1 ————— 0s 20ms/step
Categorías predichas: ['INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL -IGSS-']

ENLACE REPOSITORIO

<https://github.com/MaryanRod/Proyecto-parte-2--Miner-a->

Propuestas

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico -OCDE- en los países de América Latina y el Caribe (ALC), en promedio el 17.4% del gasto público total se ejecuta a través de sistemas de contratación pública, lo cual muestra el rol clave que la contratación pública desempeña en las economías de la región. (OCDE, 2024)

Por lo tanto, se considera importante tener un buen control sobre los sistemas de contratación y crear estrategias que permitan evitar riesgos. Con los algoritmos aplicados se puede observar que la entidad que las entidades compradoras que más sobresalen son el Ministerio de Salud y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social -IGSS-, por lo que se relacionan con la categoría de Salud e insumos hospitalarios, lo cual indica que esta es el área en la que mas se invierte a través de las compras del estado, sin embargo existe mucha población dentro del país que no cuenta con acceso a servicios de salud públicos o seguros sociales, por lo que sería interesante realizar un análisis del por qué.

Referencias

1. Ministerio de Finanzas Públicas de Guatemala. (2024). *Concurso Guatecompras 2016 a 2024*. Recuperado de https://datos.minfin.gob.gt/dataset/concurso-guatecompras-2016-a-2022_
2. OCDE. (2024). *Integración de la contratación pública con otras áreas de gobernanza pública*. Paris: OECD Publishing,.