

Bayesiana_Parcial_1

Jhonatan Smith Garcia/ Alexis Andres Nieto Morales

18/4/2021

Elicitación del impacto que tiene el sector de los peluqueros en la economía de Puerto Berrío.

1. Intrducción

Muchas situaciones de estudio pueden estimular el uso de la elicitación como parte de su desarrollo observativo y científico. Es decir, este contexto plantea lo que en Estadística Bayesiana comprende el intentar cuantificar información de expertos, información arraigada principalmente a sus ideas y consideraciones sobre algún tema en específico y de clara relación con dichos sujetos, en consecuencia, esta breve descripción es la referida al concepto de elicitar.

En este trabajo se busca evidenciar el uso de este concepto con el fin de estudiar, como resultado general, el impacto económico que representa el *sector de peluquería* en la economía de la ciudad de Puerto Berrío. Para ello se busca inicialmente desarrollar un análisis sobre otros cuestionamientos interesantes que de manera conjunta ayudarán a resolver el principal enfoque de este estudio. Por lo anterior, el desarrollo pasará primero por elicitar las siguientes medidas de interés:

- El número de peluqueros (estos reciben nombres como estilistas, barberos, etc.) que hay en la ciudad (una distribución discreta elicitada).
- Número promedio de servicios a clientes (pueden ser los mismos clientes varias veces) que atiende cada peluquero en un mes.
- Ingreso promedio por servicio.

Por último, se decide entrevistar solo barberos, puesto que el interés es conocer el caso de estudio para los hombres en particular. Si bien, en las peluquerías también se atienden a hombres, allí gran parte de la población también son mujeres. Por tanto, se decide realizar el proceso de elicitación únicamente en barberías. Cabe resaltar que para el estudio, el papel profesional (estilistas, barberos, etc.) que cumpla cada experto no es relevante, lo importante es que sea evidente su participación como profesional en el *sector de peluquería*.

2. Desarrollo o Metodología

A continuación, se describe el desarrollo del proceso de elicitación en cuestión. Para ello, el método ejecutado va desarrollado en dos etapas, primero una entrevista para estimar(subjetivamente) cada medida de interés y, segundo, la realización de la **elicitación gráfica a mano alzada** para cada medida investigada, con la finalidad de verificar concordancia con lo descrito en la entrevista y procurar una buena elicitación:

- Primeramente se hizo la ubicación y elección respectiva de los tres expertos necesarios para este trabajo. Los 3 expertos seleccionados identifican su profesión como “Barberos”, puesto que al interrogarles acerca de si eran lo mismo que una peluquería su respuesta en todos los casos fue negativa.
- Siguiendo la secuencia, se procedió a entregar a cada experto, de forma individual, un contexto generalizado del estudio que se está realizando. Se les explicó claramente, de manera individual, que toda la información a interrogarles está completamente ligada a su experiencia como profesionales y

que contaban con la garantía de pedir mayor explicitud en caso de no entender al entrevistador durante el proceso de elicitación, con el fin de precisar en la facilidad y seguridad a la hora de responder.

- Para efectos prácticos, los entrevistados se describen brevemente en su perfil laboral y ofrecerán información como: horas de trabajo semanal, cómo identifica su profesión (peluquero, barbero, estilista, etc) y demás datos relevantes para con cada individuo. La información sobre cada uno de ellos es la siguiente:
 - *Experto 1:* El primer experto es Jhoan Pulgarin, un hombre de 27 años que ejerce la profesión desde la edad de 21 años (contando con 6 años de experiencia). Se identifica como barbero, tiene su propio local comercial donde ofrece sus servicios. Labora todos los días de la semana en horarios de la tarde, a partir de las 12 pm hasta las 9 pm (Horario que comenta ha sido modificado por la pandemia).
 - *Experto 2:* El segundo experto es Alejandro Jiménez. Un joven de 23 años que labora de manera informal desde los 15 años de edad. En su momento, inició su profesión en casa y actualmente posee un local comercial en el centro del municipio. Labora todos los días, en las mañanas de 8-12 y de 1 a 9 de la noche.
 - *Experto 3:* El tercer experto es Juan Fernando Gómez. Un hombre de 39 años que trabaja la profesión de barbería desde que terminó sus estudios secundarios. No recuerda el dato exacto de hace cuanto comenzó a laborar como barbero. Indica que fue a la edad aproximada de 17 años. Es quizás el barbero más reconocido en el municipio de Puerto Berrío y cuenta con un local comercial en el centro del mismo. Labora todos los días en jornada continua, descansando solo para necesidades básicas (Jornada de 8 AM a 8 PM).
- Se siguió con la realización de la entrevista y el gráfico así:
 - Al experto en cuestión se le aplica la entrevista en donde se le pregunta por las distintas estimaciones de interés. El siguiente es un esquema general aplicado para cada una de las encuestas realizadas, mostrado como una idea general de las preguntas a ser realizadas, mas no como una transcripción de los datos tomados. Por consiguiente, la entrevista adjunta es solo de carácter ilustrativo sobre lo que ha de responderse y dar una idea acerca de los datos generales otorgados:

Elicitador: Buenos días, Señor@ X, ¿Cómo se encuentra?

Experto: Muy bien gracias, ¿Qué tal usted?

Elicitador: De maravilla. En la siguiente entrevista le haré unas breves preguntas, solo tiene que responder a dichas preguntas de manera natural y acorde a su criterio o juicio personal. Si no conoce una respuesta, simplemente puede señalarlo, diciendo directamente “no conozco o no sé”, pues la idea del proceso estadístico que se realizará acorde a esta recopilación de información es, ayudado de un conjunto de expertos, realizar una estimación basado en estadística Bayesiana.

Experto: Perfecto. Suena complejo, pero entonces ¿Qué debo hacer?

Elicitador: En realidad es muy sencillo. Primero, voy a grabar la entrevista que le voy a realizar y le haré unas preguntas. Eso es todo.

Experto: Muy bien, pero, ¿Preguntas acerca de qué?

Número de peluqueros en la ciudad.

Elicitador: La pregunta a resolver es acerca del campo que usted conoce muy bien, es la siguiente: ¿Cuántos barberos o estilistas cree que hay en la ciudad? Empecemos por allí, si tuviera que decir cuantos barberos o estilistas (en adelante, Profesionales) existen en la ciudad, ¿qué número asignaría?

Experto: Pues la verdad, yo no tendría muy claro cuantos exactamente. No sabría decirle cuantos exactamente.

Elicitador: Eso es lo que queria escuchar. Suponga por un momento que usted va caminando por una zona central de la ciudad, o simplemente va caminando por su barrio. ¿Cuántas barberías cree que podría encontrar?

Experto: Pues en mi barrio hay unas dos barberías, mal contadas.

Elicitador: Volviendo a la pregunta anterior, si tuviera que caminar nuevamente por su barrio o el centro de la ciudad, ¿cuántas barberías y peluquerías cree que encontraría?

Experto: Hmmm... Pues yo diría que encontraría unos 3 locales en total. Teniendo en cuenta que el barrio donde vivo no es muy grande. Sí, unas dos barberías y una peluquería. Mas o menos.

Elicitador: Muy bien. Supongamos que en Puerto Berrío hay cien millones de personas. ¿Cree usted esto muy probable?

Experto: Para nada. Es absurdo, en puerto Berrío a lo sumo hay unos 80 mil habitantes.

Elicitador: Perfecto, entonces asumiendo que en Puerto Berrío hay unos 80 mil habitantes, ¿Cree usted entonces que hay 80 mil profesionales del área en Puerto Berrío?

Experto: Por supuesto que no. No tendría ningún sentido que todos los habitantes fuesen dichos profesionales.

Elicitador: Muy bien. Osea que en otras palabras, el número de profesionales es menor a 80 mil. ¿Es correcto?

Experto: Pues sí. Es correcto.

Elicitador: Si yo le dijese que por ejemplo, según el DANE y los datos registrados en el censo del 2018, la población del municipio es inferior a 50.000 habitantes, ¿Cambiaría la anterior estimación?

Experto: Por supuesto. Ya no podrían ser 80 mil. Es más, decir que son incluso 10 mil es arriesgado.

Elicitador: Ok. Entonces asumimos que el número de profesionales es mayor a 1 y menor que 10 mil ¿Cierto?

Experto: Lógicamente. Si fuese solo una única persona, no daría a basto para atender a los habitantes totales.

Elicitador: ¿Considera que tiene mucha experiencia?

Experto: Sí. Además soy reconocido en el pueblo, supongo que por eso también me va muy bien.

Elicitador: Excelente. Cuénteme, ¿Hace cuánto vive en el pueblo?

Experto: Unos 23 años, ¿por qué?

Elicitador: Es solo curiosidad. Y los 23 años, ¿todos trabajando como peluquero?

Experto: Sí señor.

Elicitador: Osea que podríamos decir que usted conoce relativamente bien el pueblo, ademas de su barrio y el sector donde tiene el local.

Experto: Mas o menos. Algo se conoce. No puedo decir que soy experto pero diría que sí.

Elicitador: Muy bien, entonces le hago una pregunta. ¿Cuántos barrios o vecindarios identifica usted en Puerto Berrío? Haga una aproximación acorde a lo que usted considere correcto. Y entiendase que estamos hablando únicamente de la zona urbana del municipio.

Experto: Pues así a “vuelo de pájaro” diría que en el municipio hay unos 40 barrios, diría yo.

Elicitador: Siguiendo entonces esta lógica, ¿cuántos profesionales hay en la ciudad?

Experto: Ya le mencioné que no me es fácil estimar este número.

Elicitador: Planteemos lo siguiente. Si caminamos por cada uno de los 40 barrios del municipio, ¿cuántas peluquerías cree que encontraría en cada uno de estos lugares?

Experto: Pues, diría que mínimo una. Ya la profesión se ha expandido a lo largo de los años. No, hasta 3 o 4.

Elicitador: ¿Sería posible encontrar 10 o quizás 20?

Experto: No, eso es imposible. Yo diría que unas 4 peluquerías máximo por barrio y creo que serían muchas.

Elicitador: Si tuviera que escoger entre uno de dos valores, digamos 4 peluquerías o 5 peluquerías, ¿con cuál se queda?

Experto: Con 4. 5 ya son muchas.

Elicitador: ¿Y si tuviera que escoger entre 1 y 5?

Experto: Con nada más una. Creo que es más probable encontrar mínimo una peluquería por barrio que 5.

Elicitador: Lo está haciendo muy bien. ¿Y qué tal entre 3 y 4?

Experto: Con 3.

Elicitador: ¿Y entre 2 y 3?

Experto: Hmmmm creo que 2, aunque creo que sería igual que encontrar nada más una. Osea, mínimo una o dos peluquerías, lo normal serían 3.

Elicitador: Si yo conociera la cantidad total de peluquerías por barrio y le dijera que es uno de los siguientes números, y además; si usted adivina, le doy un premio jugoso, ¿entre 1, 2 y 3, cuál cree que es la respuesta?

Experto: Diría que el dos.

Elicitador: Lo está haciendo muy bien, pero ahora, volvamos a la pregunta. Asumiendo que hay 40 barrios en el municipio y que, en cada uno de ellos hay 2 barberías; entonces sería correcto pensar que la cantidad de barberías totales en el municipio es de 80?

Experto: Pues, diría que sí.

Elicitador: Ahora, le informo que, según los datos registrados del DANE en el 2018, en la ciudad hay 19 barrios, sin incluir zonas no urbanas. Según esto, la cantidad de barberías en total serían de 38 en todo el territorio.

Elicitador: Ahora, generalmente, ¿cuántas personas trabajan en una barbería?

Experto: Pues normalmente, varias. Pero eso solo pasa en las ciudades grandes, como Medellín. Aquí es más normal que cada barbero coloque su local y ya.

Elicitador: ¿Sería correcto afirmar que en una barbería del municipio laboran unos 4 profesionales?

Experto: Pues sí y no. Como le digo, lo más normal es encontrarlos individuales pero conozco algunos pocos donde trabajan unos 3 o 4.

Elicitador: Entonces en promedio, ¿cuántos diría usted que trabajan por local?

Experto: Pues diría que dos, máximo. Lo más normal es que uno.

Elicitador: Ok, una última pregunta. ¿Qué tan seguro se siente de estos datos que me informa?

Experto: Pues diría que bastante seguro. Hasta ahora no ha preguntado nada muy complicado.

Elicitador: Asumiendo estos datos y que hay máximo dos barberos por local, entonces según usted en la ciudad hay aproximadamente 76 profesionales.

Número promedio de servicios a clientes que atiende en un mes.

Elicitador: Ahora, relacionado con la cantidad de personas que atiende al día, ¿Generalmente, cuántas personas atiende?

Experto: Sería bastante complicado de decir... eso es muy relativo y depende mucho del mes, ¿Sí me entiende?

Elicitador: Si no le molesta, ¿me podría explicar mejor esto?

Experto: Sí, osea, hay meses que son muy buenos y uno tiene trabajo todos los días. Son meses donde uno se levanta a las 7 de la mañana y termina a las 12 de la noche. Por ejemplo, Diciembre y Junio son dos meses donde uno podría atender perfectamente unas 30 personas en un día. Sobre todo por las vacaciones y fechas festivas. Ahí uno se hace muy buena platica.

Elicitador: Oh entiendo. Mas o menos ¿cuánto podría ganarse en esos meses?

Experto: No pues, en esos meses yo he llegado a ganarme casi 4 millones de pesos.

Elicitador: Oh, entiendo. Muy buen dinero. Y en un mes normal, ¿Cuánto cree que gana en promedio?

Nota: Estos datos de ingreso mensual no hacen parte de las preguntas problemas pero se pueden corroborar en la elicitation para comparar el modelo simulado vs datos experto

Experto: Pues en un mes normal, diría yo que unos dos millones a dos millones y medio. Mas o menos.

Elicitador: ¿Y cree que todos sus colegas ganan lo mismo?

Experto: Pues yo creo que sí. Aunque hay que entender que las barberías son casi que exclusivas de hombres, no hay muchos barberos que hagan tinturas, capas, tratamientos y demás cosas para el cabello. Así que, yo creería que un barbero ganaría un poquito menos.

Elicitador: Unas tres preguntas finales y ya con esto acabamos. Si tuviera que decirme cuantos servicios realiza en un día, en promedio, ¿cuántos serían?

Experto: Unos 15 a 18 servicios, más o menos, en un día bueno. En un día normal unos 9 o 10

Elicitador: Por ejemplo, ¿hoy a cuántas personas ha atendido?

Experto: Pues hoy van unas 7 personas.

Elicitador: ¿Y ayer cuántas atendió?

Experto: Creo que 12.

Elicitador: ¿Cuántas cree que pueda atender mañana?

Experto: Unas 10 también.

Elicitador: ¿Es igual en los fines de semana?

Experto: No, ahí se atiende un poquito más. En los fines de semana se puede subir a 15 la cifra, por día. Sábado y domingo son los días más concurridos.

Elicitador: Ok, osea que podríamos decir que usted a la semana atiende mínimo unas 70 personas, es decir, mínimo 10 por día.

Experto: Sí. Diría que es correcto. Hay días que máximo son 15 y mínimo 8.

Ingreso promedio por servicio

Elicitador: Ahora cuénteme, ¿cuánto cobra usted por un servicio?

Experto: 15 mil pesos solo el corte de cabello.

Elicitador: ¿Y cuánto gasta en materiales?

Experto: Pues, eso depende mucho. Pero diría que unos 500 mil pesos, ya que yo en el local tengo muchas cositas como podrás ver.

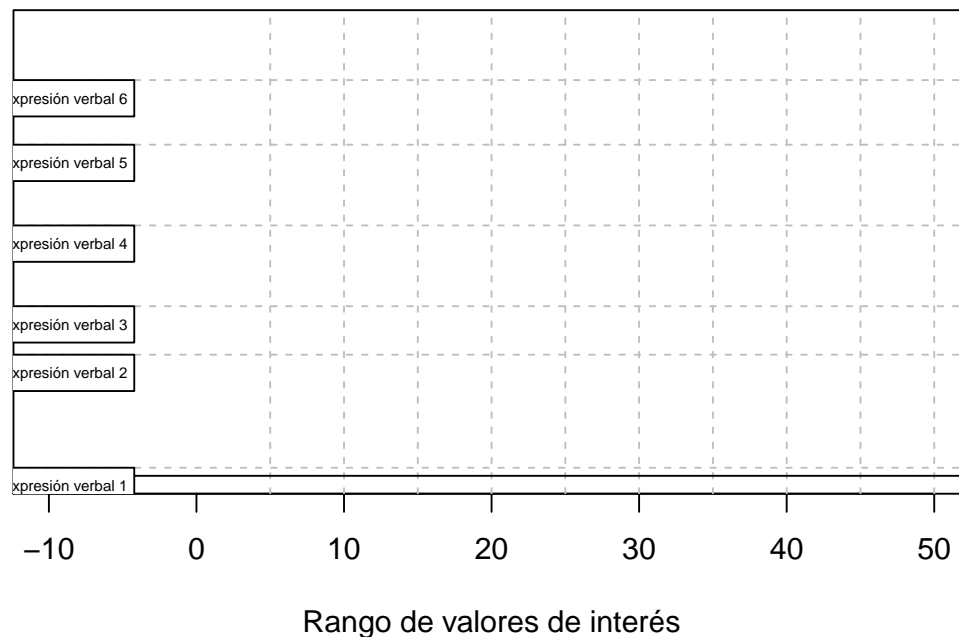
Elicitador: Muy bien. Muchas gracias y eso es todo por la entrevista ¡Gracias por su tiempo!

Experto: Muchas gracias a usted.

- Una vez realizada la entrevista, se le pide al experto rellenar el gráfico (Plantillas) a trabajar para verificar la congruencia de la entrevista con los datos proporcionados en la misma. Dicha plantilla se muestra a continuación:

```
par(yaxt="n")
plot(c(-10:0,seq(0,50,5)),seq(0, 58, by=2.64),type="n",ylab="",xlab="Rango de valores de interés",
abline(v=seq(5,100,by=5),lty=2,col="grey")
abline(h=0)
abline(h=c(1,15,21,31,41,49), lty=2, col="gray")
legend(-15, 1,"Expresión verbal 1",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,15,"Expresión verbal 2",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,21,"Expresión verbal 3",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,31,"Expresión verbal 4",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,41,"Expresión verbal 5",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,49,"Expresión verbal 6",cex=0.5,bg="white")
```

Plantilla Elicitacion Gráfica a Mano Alzada



3. Resultados

Todos los expertos seleccionados cumplen con criterios necesarios para asegurar que los datos de las elicitaciones son lo suficientemente confiables. Con esto se refiere a los siguientes aspectos:

- 1) Son barberos hombres.

- 2) Tienen más de 5 años de experiencia en su profesión.
- 3) Poseen un local comercial establecido.
- 4) Son trabajadores independientes.
- 5) Son los encargados de manejar las finanzas de su local.
- 6) Residen en el Municipio de Puerto Berrío al menos desde hace 4 años.

Estas condiciones se consideran importantes para asegurar que los expertos conocen bien su entorno de trabajo.

Una vez verificada la confiabilidad de los expertos, se plantea un análisis sustentado en la ***elicitación gráfica a mano alzada***.

Una elicitación de un gráfico a mano alzada permite tener rapidez y claridad del experto a la hora de la recolección de su información disponible sobre un tema en cuestión. Se utiliza una plantilla en la cual, el eje “X” ubica los valores necesarios para responder la pregunta en cada caso puntual y en el eje “Y” se ubican expresiones verbales, expresiones las cuales son de utilidad para el experto asignar un valor de “verdad”, dando en ellas un punto que interseco con los datos que considere adecuados.

Así, por ejemplo, dependiendo de la elicitación a realizar, la expresión superior corresponde a la que presenta un valor de credibilidad más alto (e indirectamente, una probabilidad más alta) basado en la percepción del problema y la expresión inferior es la que expresa un valor de verdad prácticamente nulo, es decir, falso. Por lo tanto, en la secuencia de expresiones, cada una de ellas describirá mayor credibilidad o valor de verdad a medida que presente una altura mayor en su posición sobre el eje Y.

Debido a que en la elicitación no se recomienda pedirle al experto una estimación puntual acerca del parámetro que se desea estimar, se opta por realizar un proceso inductivo que lleve a una respuesta lo menos sesgada posible. Adicionalmente, para gozar de mayor información a partir de lo obtenido de los expertos, se hará uso de la simulación como herramienta poderosa en este caso.

La simulación es un proceso computacional de muestreo estadístico controlado. Para este caso particular, debido a que no se pueden realizar estimaciones de manera analítica, se opta por simular muestras un total 10.000 para cada una de las elicitaciones. Esto implica que, se simula una repetición de la entrevista a un experto un total de diez mil veces.

NOTA: Dos de las entrevistas se realizan de manera virtual (debido a la situación de la pandemia) y una de ellas de manera presencial. En cada caso, se tienen los formatos de las elicitaciones a mano alzada impresos y escaneados adjuntados al final del archivo. Dichos formatos son las elicitaciones de cada experto que luego se transcriben en forma de código en R para facilitar los cálculos pedidos.

Elicitación 1. Número de peluqueros que hay en la ciudad.

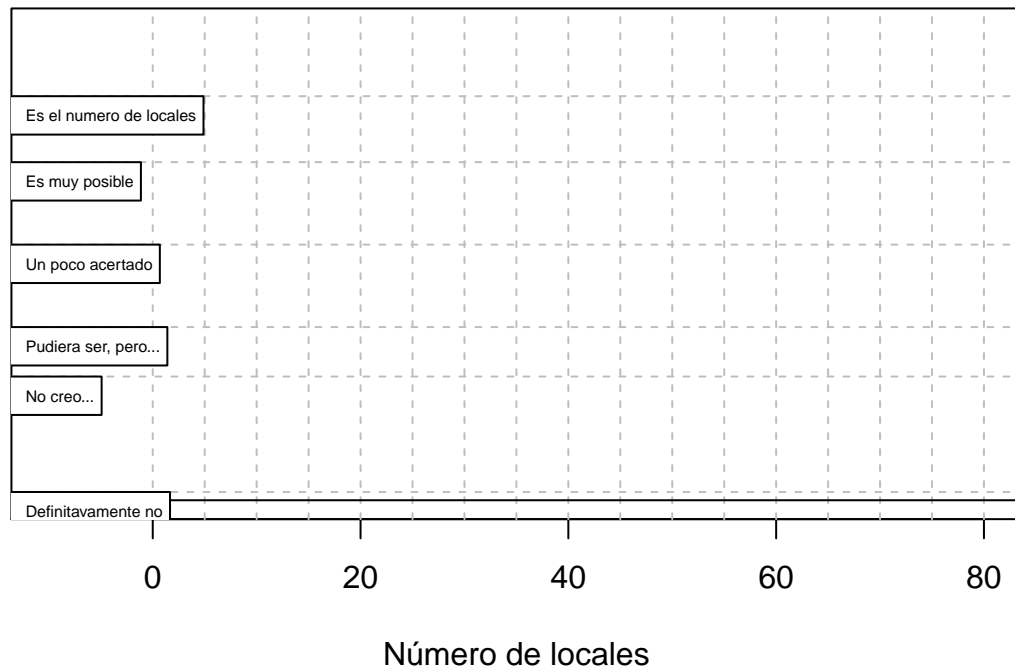
Para ello, en el proceso de elicitación se le realizan al experto dos preguntas de interés a resolver con los gráficos y, también, se muestra el bosquejo de la plantilla a utilizar en cada caso:

- ¿Cuántos locales de barberos cree que puedan llegar a existir en el municipio?

Plantilla:

```
par(yaxt="n")
plot(c(-10:10,seq(0,80,5)),seq(0, 58, by=1.55),type="n",ylab="",xlab="Número de locales", main="Elicitación 1. Número de peluqueros que hay en la ciudad")
abline(v=seq(0,80,5),lty=2,col="grey")
abline(h=0)
abline(h=c(1,15,21,31,41,49), lty=2, col="gray")
legend(-15,1,"Definitivamente no",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,15,"No creo...",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,21,"Pudiera ser, pero...",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,31,"Un poco acertado",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,41,"Es muy posible",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,49,"Es el numero de locales",cex=0.5,bg="white")
```

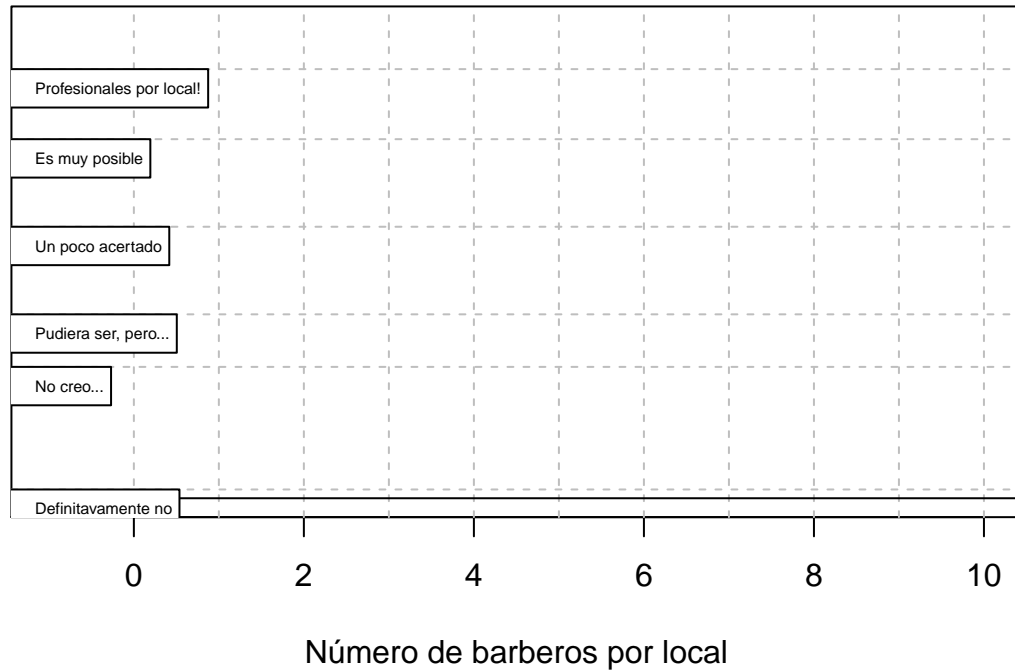
Elicitación del Número de locales



- ¿Cuántas personas trabajan como profesionales en dichos locales? Plantilla:

```
par(yaxt="n")
plot(c(-1:0,seq(0,10,1)),seq(0, 58, by=4.5),type="n",ylab="",xlab="Número de barberos por local", main=
abline(v=seq(0,10,1),lty=2,col="grey")
abline(h=0)
abline(h=c(1,15,21,31,41,49), lty=2, col="gray")
legend(-1.5,1,"Definitivamente no",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,15,"No creo...",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,21,"Pudiera ser, pero...",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,31,"Un poco acertado",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,41,"Es muy posible",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,49,"Profesionales por local!",cex=0.5,bg="white")
```

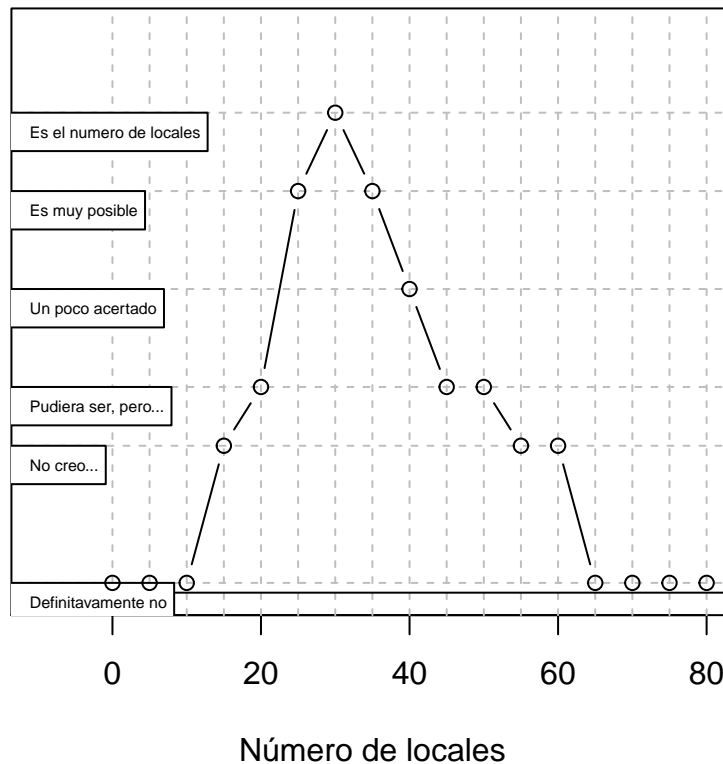

Elicitación del No. de barberos por local



De esta manera, se obtienen los siguientes resultados:

Para el Experto 1: El experto 1 parte de la premisa de que en Puerto Berrío no pueden haber más de 40 barberos. De allí, se llega a los siguientes resultados de la elicitación a mano alzada:

Elicitación del Número de locales

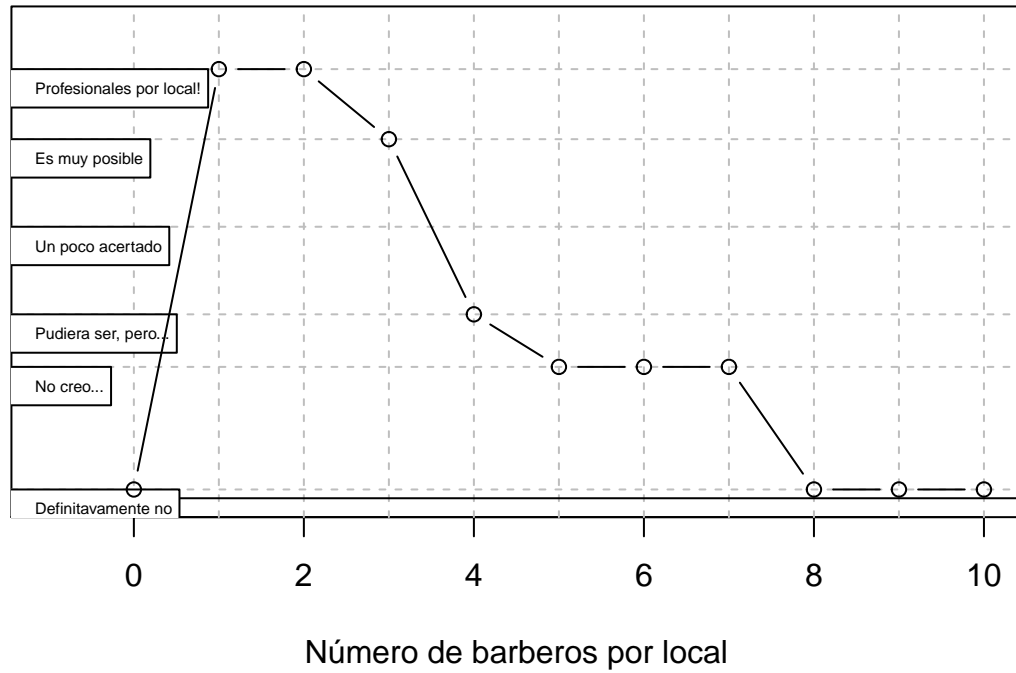


Ahora, la elicitación del número de barberos por local del experto 1 está dada por:

```
#Elicitación EXP1
par(yaxt="n")
plot(c(-1:0,seq(0,10,1)),seq(0, 58, by=4.5),type="n",ylab="",xlab="Número de barberos por local", main=
abline(v=seq(0,10,1),lty=2,col="grey")
abline(h=0)
abline(h=c(1,15,21,31,41,49), lty=2, col="gray")
legend(-1.5,1,"Definitivamente no",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,15,"No creo...",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,21,"Pudiera ser, pero...",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,31,"Un poco acertado",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,41,"Es muy posible",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,49,"Profesionales por local!",cex=0.5,bg="white")

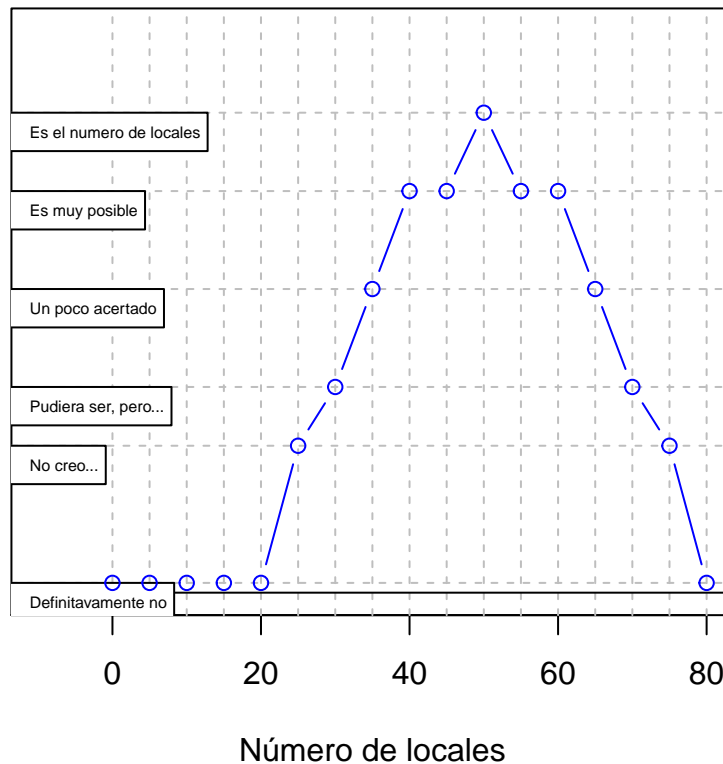
points(seq(0,10,1),c(1,49,49,41,21,15,15,15,1,1,1), type = "b", col="black")
```

Elicitación del No. de barberos por local



Para el Experto 2: Este experto se decanta por estimar un total de no más de 50 barberías en la ciudad, tal como lo muestra en su graficación sobre la plantilla:

Elicitación del Número de locales



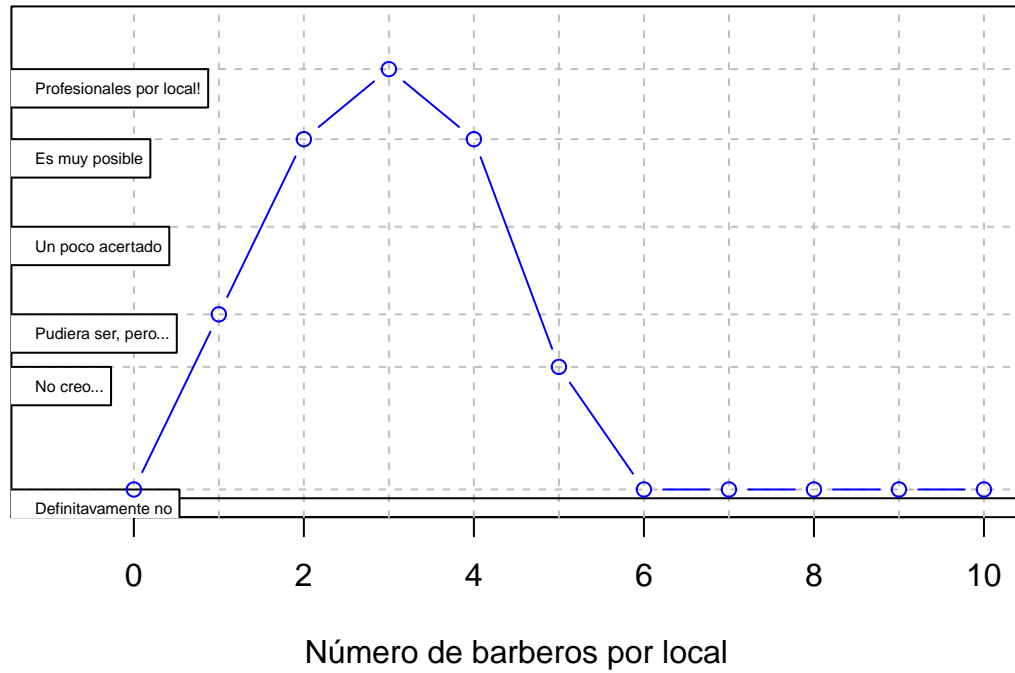
Ahora, la elicitación del número de barberos por local del experto 2 está dada por:

#Elicitación EXP2

```
par(yaxt="n")
plot(c(-1:0,seq(0,10,1)),seq(0, 58, by=4.5),type="n",ylab="",xlab="Número de barberos por local", main=
abline(v=seq(0,10,1),lty=2,col="grey")
abline(h=0)
abline(h=c(1,15,21,31,41,49), lty=2, col="gray")
legend(-1.5,1,"Definitivamente no",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,15,"No creo...",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,21,"Pudiera ser, pero...",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,31,"Un poco acertado",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,41,"Es muy posible",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,49,"Profesionales por local!",cex=0.5,bg="white")
```

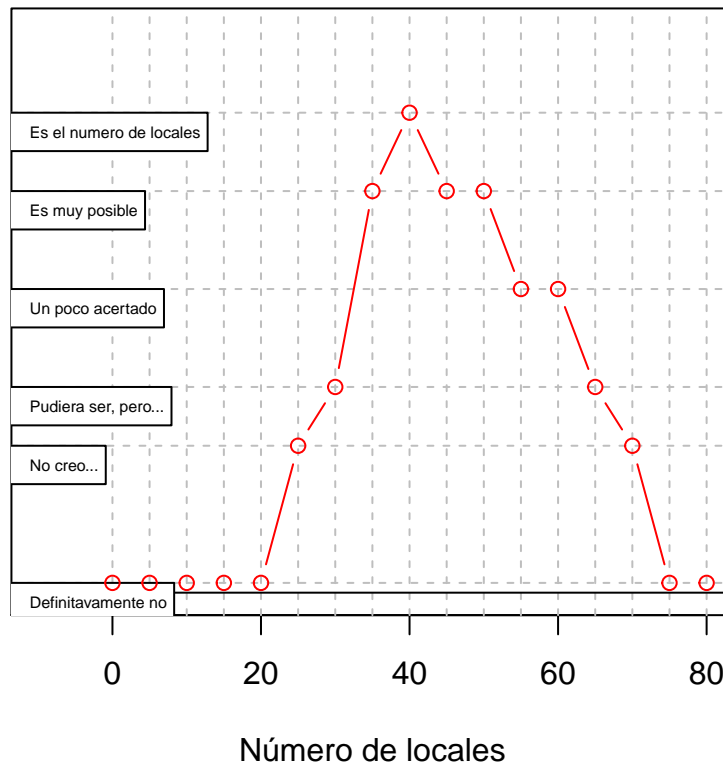
```
points(seq(0,10,1),c(1,21,41,49,41,15,1,1,1,1,1), type = "b", col="blue") #Modificacion del experto
```

Elicitación del No. de barberos por local



Para el Experto 3: Este experto considera que el número de locales de barbería no supera las 40 locaciones en la ciudad, tal y como lo evidenció a la hora de elicitar sobre la plantilla:

Elicitación del Número de locales



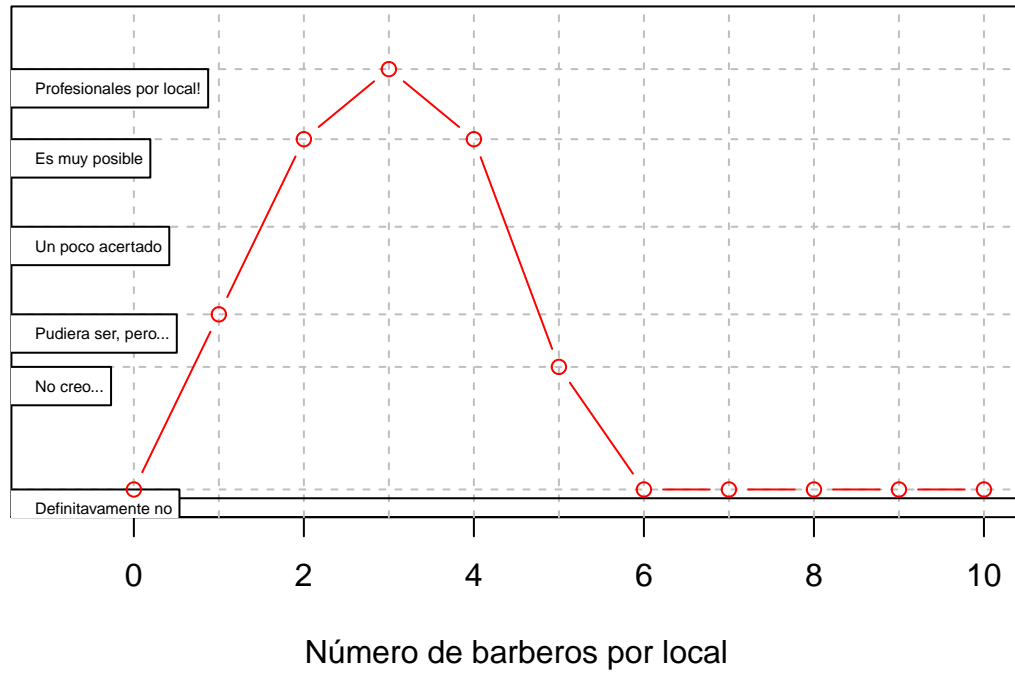
Ahora, la elicitación del número de barberos por local del experto 3 está dada por:

#Elicitación EXP3

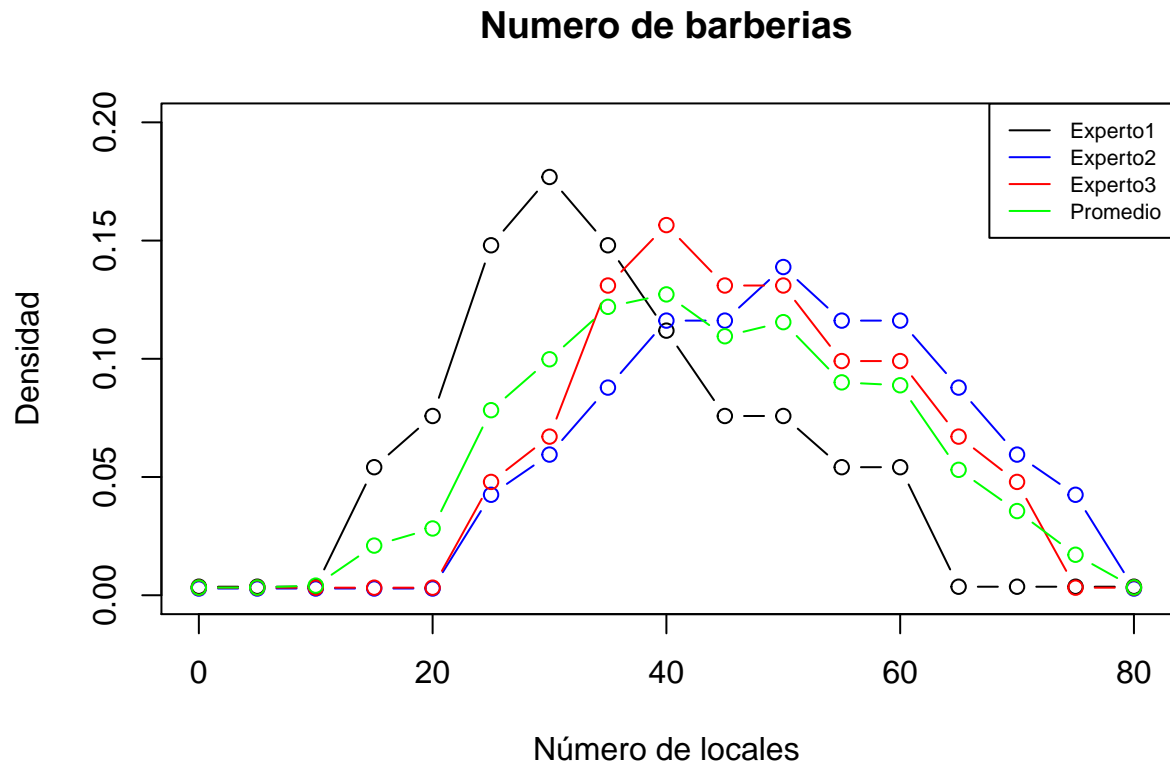
```
par(yaxt="n")
plot(c(-1:0,seq(0,10,1)),seq(0, 58, by=4.5),type="n",ylab="",xlab="Número de barberos por local", main=
abline(v=seq(0,10,1),lty=2,col="grey")
abline(h=0)
abline(h=c(1,15,21,31,41,49), lty=2, col="gray")
legend(-1.5,1,"Definitivamente no",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,15,"No creo...",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,21,"Pudiera ser, pero...",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,31,"Un poco acertado",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,41,"Es muy posible",cex=0.5,bg="white")
legend(-1.5,49,"Profesionales por local!",cex=0.5,bg="white")

points(seq(0,10,1),c(1,21,41,49,41,15,1,1,1,1,1), type = "b", col="red")
```

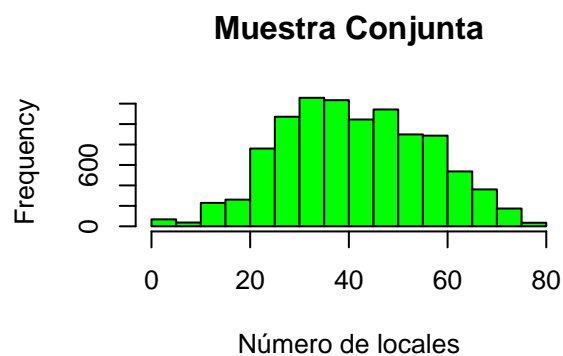
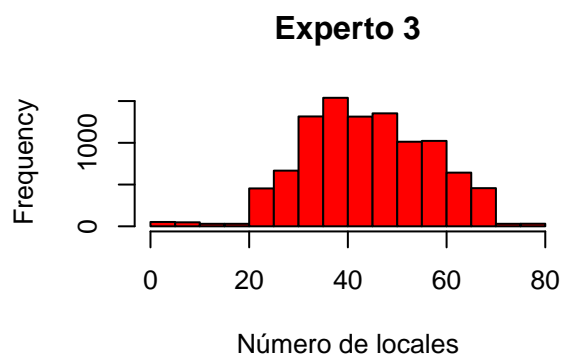
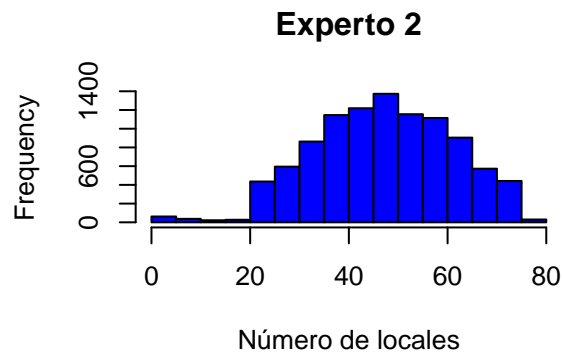
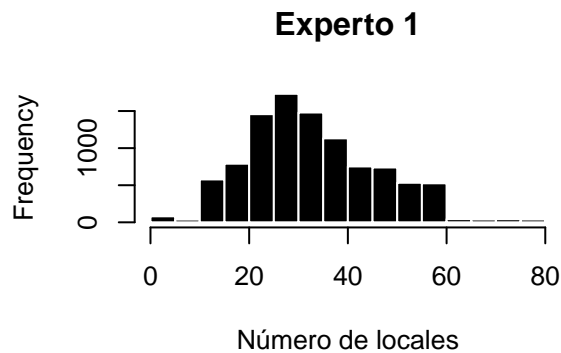
Elicitación del No. de barberos por local



Una vez realizadas las elicitaciones, se trabajará con el cálculo simulado en R. (Revisar código notas de clase, semana 3).



Ahora, nuevamente se grafican las tres curvas elicítadas despues de realizar un proceso de simulación de 10 mil muestras aleatorias. La curva verde representa el promedio de las otras tres curvas elicítadas y de aquí se hace una idea de que el número de locales esperado se encuentra en el punto más alto de la curva promedio. Pero antes de sacar esta conclusión se analiza como es la distribución de cada una de las muestras simuladas con la ayuda de histogramas:



Se observa que en este proceso de simulación las muestras resultantes mantienen la información sugerida por los expertos ilustradas en sus elicitaciones. Es decir, este proceso precide de confiabilidad para estimar la cantidad de locales en el municipio. Por lo tanto, la principal muestra a analizar es aquella que origina la curva promedio (color verde) obtenida en el gráfico anterior.

De esta manera, se obtienen las siguientes medidas de resumen para la muestra conjunta:

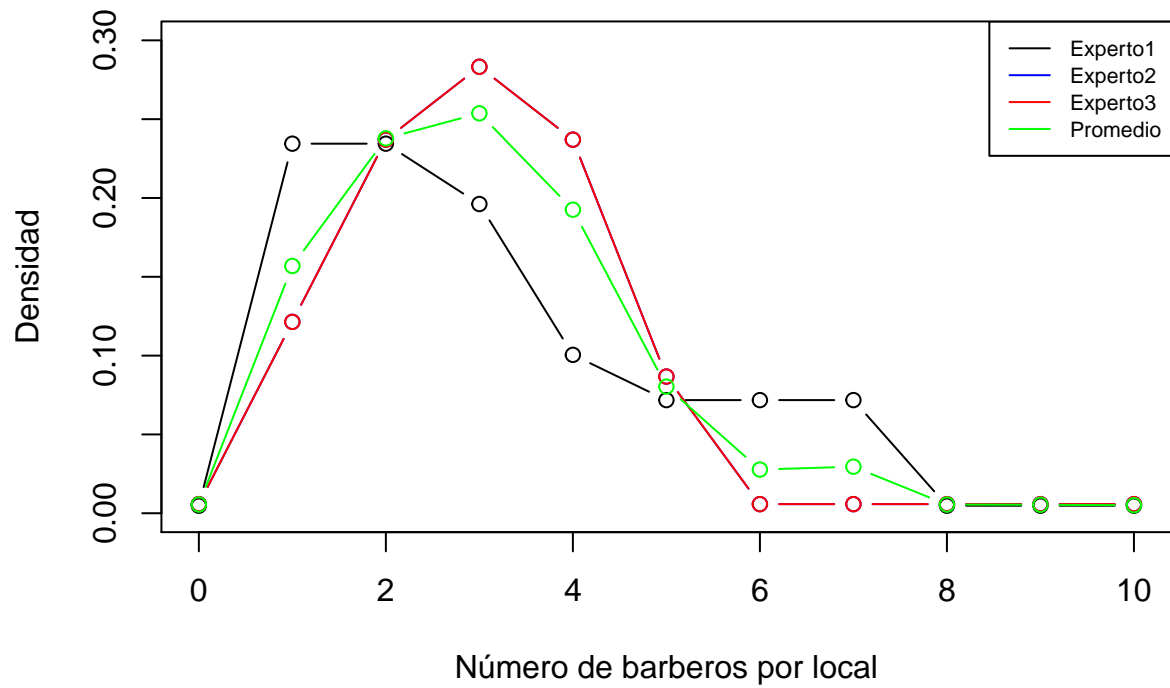
```
set.seed(2021)
summary(muestra4_1)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##      0.00  35.00   45.00   43.66  55.00   80.00
```

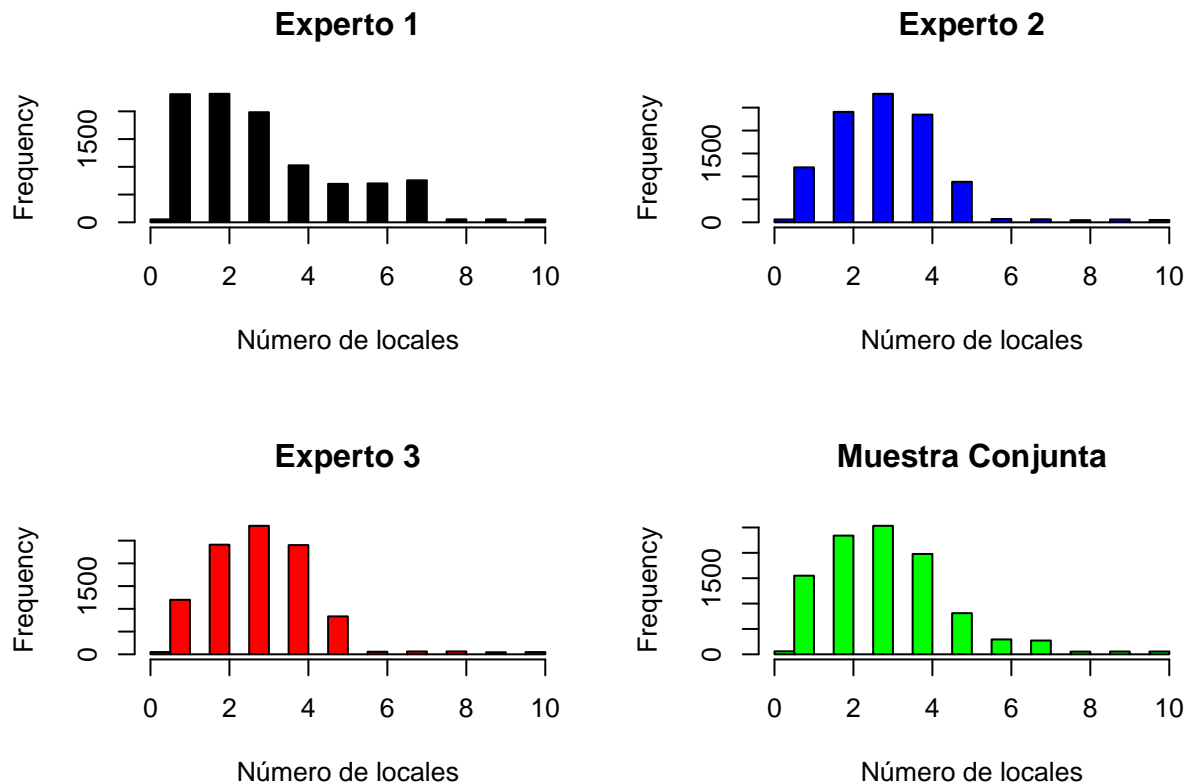
Con esto observamos un promedio de 45 y de lo que podemos deducir que el número esperado, según la información de los expertos, del total de locales en la ciudad de Puerto Berrío es de ***aproximadamente 45 locales***.

Se realiza el mismo proceso de simulación para la cantidad de barberos por local, donde se obtiene que:

Elicitación Número de Barberos



Análogamente se prevee que el número esperado de barberos por local corresponde al pico de curva promedio de color verde. Antes de concluir, se observan las distintas distribuciones relacionadas a estas muestras resultantes relacionadas a esta última elicitación:



Ya con estos resultados y observando las siguientes medidas de resumen:

```
set.seed(2021)
summary(muestra4_1_1)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##      0.000   2.000   3.000   3.093   4.000  10.000
```

Podemos decir que la media o valor esperado de barberos por local, según la información de los expertos, es 3.

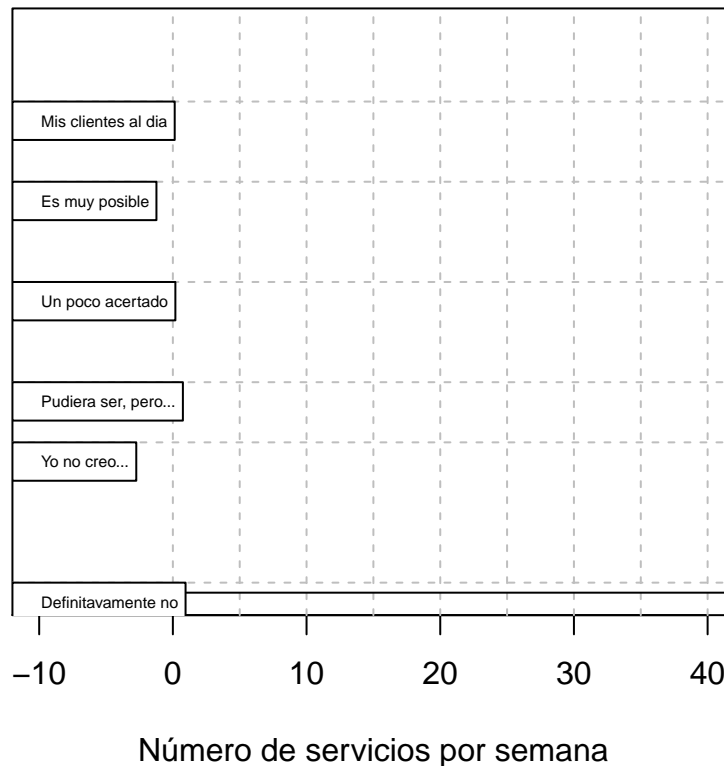
Finalmente, la cantidad de barberos totales en el municipio es estimada como el número esperado de locales por el número de barberos por local, es decir, $3 * 45 = 135$. Por lo tanto, se interpreta que, bajo el criterio de los 3 expertos y el proceso de elicitación realizado, hay un total de **135 barberos** en el municipio de Puerto Berrío.

Elicitación 2. Número promedio de servicios a clientes que atiende cada peluquero en un mes.

Para realizar una mejor estimación de la cantidad de clientes que atiende un profesional en el área, al mes, se realizará el proceso de elicitación a mano alzada. Para dicho proceso, en la entrevista realizada a cada experto se le pregunta directamente por la cantidad de personas que atiende en su local (a través de un proceso de elicitación).

A continuación, se adjunta una plantilla ilustrativa del proceso de elicitación. El eje X toma los valores de cero a 40, la cantidad de personas que asisten a una barbería. Y en el eje vertical, una serie de expresiones verbales:

Elicitación Número de Servicios a Clientes



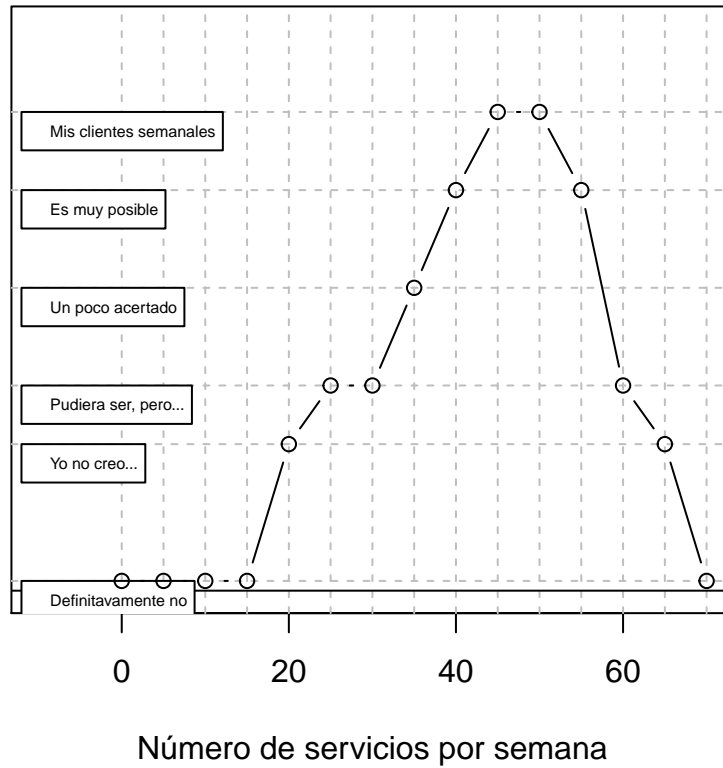
Todos los expertos coinciden en que en los fines de semana el número de clientes aumenta ligeramente, así que, el proceso de elicitación se hará para una semana cualquiera del mes y dicho valor se multiplicará por 4 para dar con el número de clientes al mes.

La división de este proceso en semanas permite controlar la idea general del experto acerca de la cantidad de clientes, ya que de manera general, la cantidad de clientes al día es un valor que varía a partir de otros factores y se encontró cierta dificultad a la hora de plantear el proceso diariamente. Sin embargo, haciendo la división semanal, los expertos fueron más consistentes en sus respuestas.

Lo siguiente es el listado de resultados elicitados por parte de los expertos:

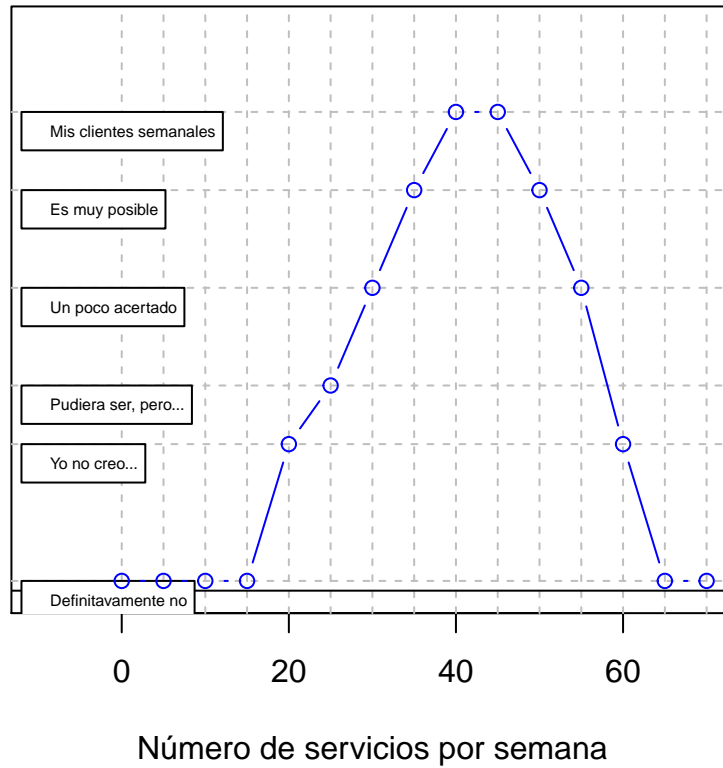
Para el Experto 1: Este experto menciona que semanalmente un número propicio para el total de clientes que maneja sondea entre los 45 y 50 clientes. Seguido a esta información se observa la elicitación realizada:

Elicitación Número de Servicios a Clientes



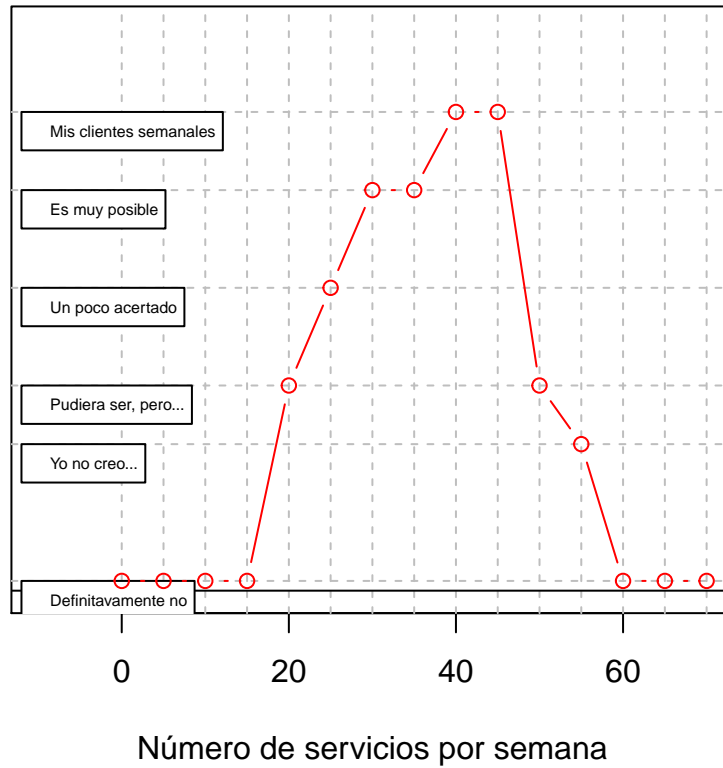
Para el Experto 2: Este experto menciona que, en una semana, la cantidad de servicios realizados pueden estar entre 40 y 45 en total. Su elicitación gráfica es la siguiente:

Elicitación Número de Servicios a Clientes



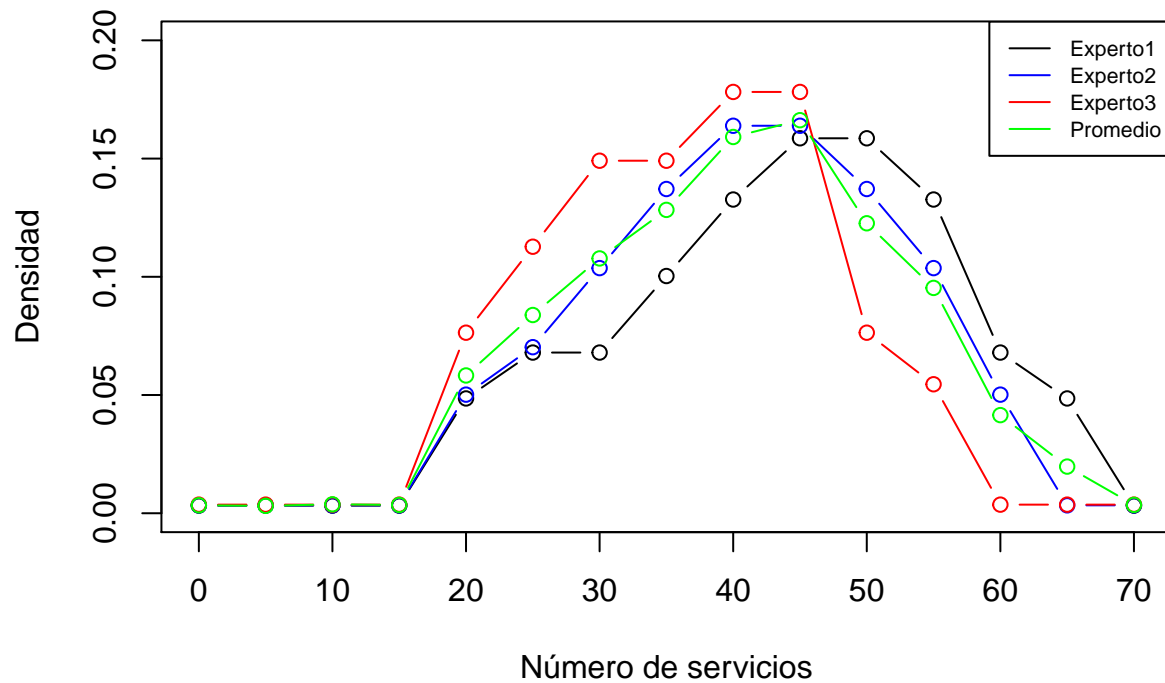
Para el Experto 3: Para este experto la cantidad de servicios realizados semanalmente se encuentra entre los 40 y 45 en total completados. Tal como lo muestra su elicitación gráfica:

Elicitación Número de Servicios a Clientes



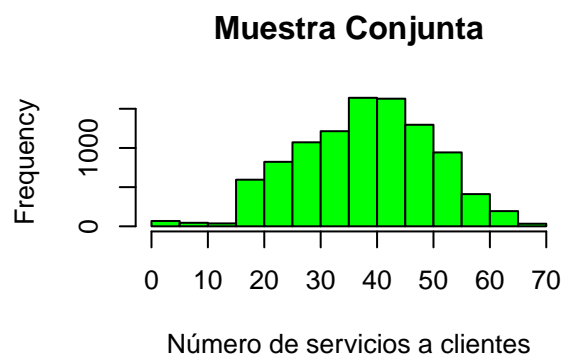
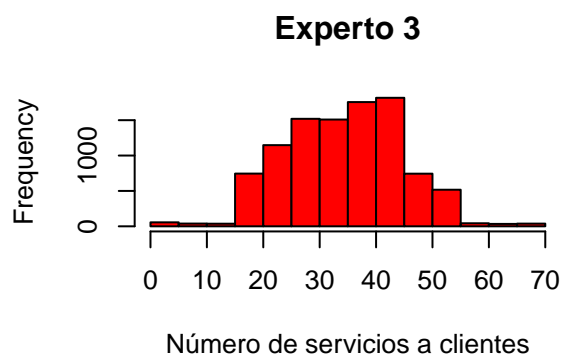
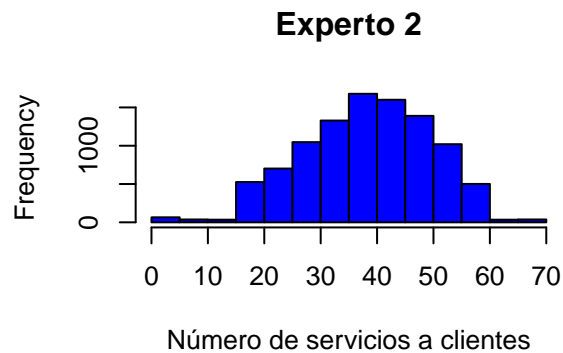
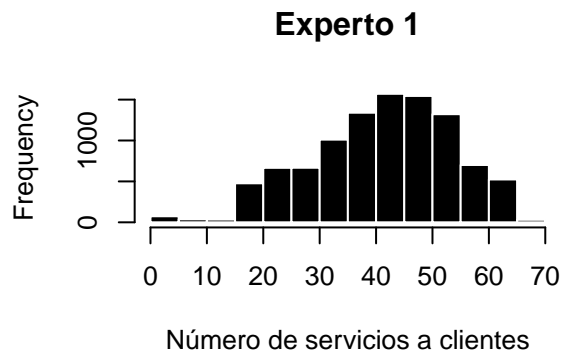
Ahora, nuevamente y debido a que no es posible a muestrear más datos, se opta por metodologías de simulación. Para este caso, las elicitaciones se transforman en distribuciones ajustadas y con ellas se tiene que:

Elicitación Número de servicios a clientes



Aquí se resalta el análisis sobre la curva promedio mostrada en color verde. De acuerdo a la información otorgada por los expertos y luego simulada se puede asumir que el valor estimado buscado corresponde al pico de dicha curva promedio. Pero antes observemos las distintas distribuciones correspondientes a las muestras simuladas:

```
set.seed(2021)
par(mfrow=c(2,2))
hist(muestra1_2,main = "Experto 1",xlab = "Número de servicios a clientes", col = "black", border = "wh
hist(muestra2_2,main = "Experto 2",xlab = "Número de servicios a clientes", col = "blue")
hist(muestra3_2,main = "Experto 3",xlab = "Número de servicios a clientes", col = "red")
hist(muestra4_2,main = "Muestra Conjunta",xlab = "Número de servicios a clientes", col = "green")
```

Los datos de los expertos presentan una tendencia repetitiva entre sí, generando estimaciones relativamente parecidas; algo completamente normal dada la naturaleza del problema (es decir, es posible incluso que 3 expertos, sin interactuar entre sí, diesen respuestas iguales). Como resultado, la muestra conjunta simulada, aparenta una simetría respecto a cierto valor de los datos. Nuevamente; esperable por la similitud de las elicitaciones pero no por ello, es exactamente simétrica.

Ahora, para responder a lo cuestionado inicialmente, analizamos las siguientes medidas resumen:

##	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
##	0.00	30.00	40.00	40.34	50.00	70.00

De esta manera se tiene que en promedio, y basado en el proceso de simulación estadística de 10 mil muestras a cada uno de los expertos, el número promedio de servicio a clientes por semana estimado, en una barbería de Puerto Berrío, es de 40. servicios. En otras palabras, un barbero en el municipio de Puerto Berrio, en promedio; atiende 40 personas en una semana.

Con esto, podemos responder que el promedio de servicios a clientes en una barbería al mes en Puerto Berrío, *es* $40 * 4 = 160$ *en total*.

NOTA: Cabe destacar que de los clientes que asisten a dichas barberías hay un pequeño porcentaje que son clientes recurrentes (asisten más de una ocasión) pero se toma como un servicio mas, independiente de ser un mismo cliente.

Elicitación 3. Ingreso promedio por servicio.

En el proceso de elicitación con los expertos, se le realiza una entrevista acerca de los ingresos que reciben en su profesión. Las pregunta de interés es respecto al costo por servicio.

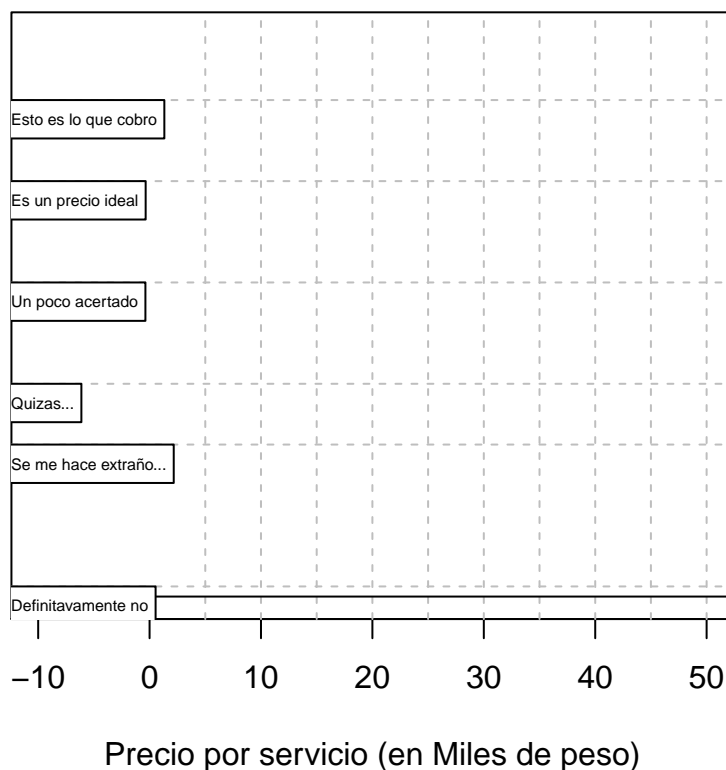
La entrevista grabada da una idea general al elicitor de los datos a trabajar y sirven de guía para realizar los análisis correspondientes.

Se entiende que dentro del marco, los ingresos son medidos en pesos colombianos. Así, se tiene que, para cada uno de los expertos, la elicitación del ingreso por servicio realizado se encuentra en dicha divisa. En un principio se realizará una elicitación a mano alzada para cada experto indicando cuánto cobra por un servicio de corte de cabello. Asumiendo que el experto es consistente; los valores expresados en la entrevista, deberían de verse reflejados en la elicitación a mano alzada.

De esta manera, utilizando la siguiente plantilla:

```
#Elicitacion1:
par(yaxt="n")
plot(c(-10:0,seq(0,50,5)),seq(0, 58, by=2.64),type="n",ylab="",xlab="Precio por servicio (en Miles de p
abline(v=seq(5,100,by=5),lty=2,col="grey")
abline(h=0)
abline(h=c(1,15,21,31,41,49), lty=2, col="gray")
legend(-15,1,"Definitivamente no",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,15,"Se me hace extraño...",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,21,"Quizas...",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,31,"Un poco acertado",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,41,"Es un precio ideal",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,49,"Esto es lo que cobro",cex=0.5,bg="white")
```

Elicitación Ingreso por Servicio



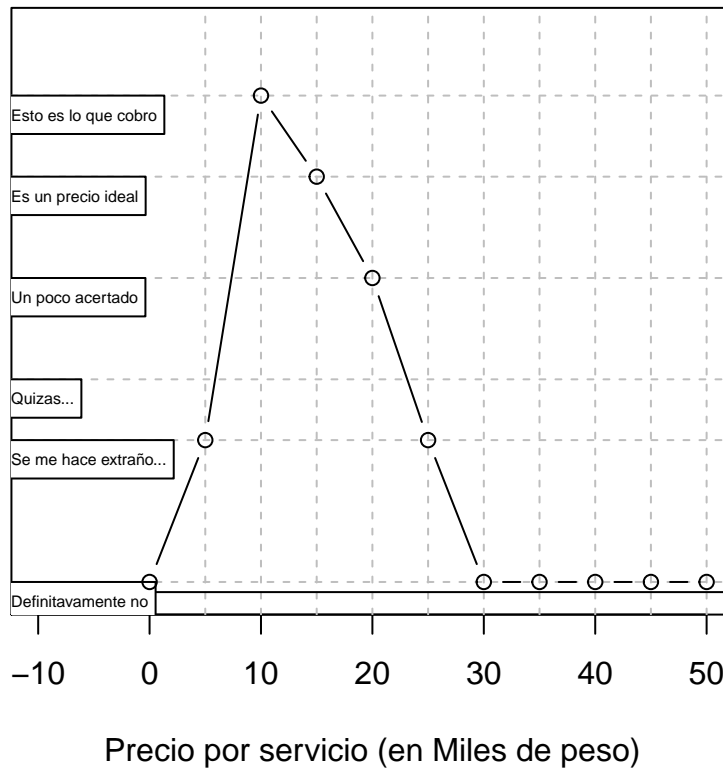
se obtuvo que:

Para el Experto 1: El experto #1 indica que el valor que este cobra por un servicio de corte de cabello estándar es de 10 mil pesos. Se realiza un análisis del abanico de posibilidades en un rango de precio entre 0 a 50 mil pesos colombianos. (Unidades del eje X)

```
#Elicitacion EXP1:
par(yaxt="n")
plot(c(-10:0,seq(0,50,5)),seq(0,58,by=2.64),type="n",ylab="",xlab="Precio por servicio (en Miles de p
abline(v=seq(5,100,by=5),lty=2,col="grey")
abline(h=0)
abline(h=c(1,15,21,31,41,49), lty=2, col="gray")
legend(-15,1,"Definitivamente no",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,15,"Se me hace extraño...",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,21,"Quizas...",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,31,"Un poco acertado",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,41,"Es un precio ideal",cex=0.5,bg="white")
legend(-15,49,"Esto es lo que cobro",cex=0.5,bg="white")

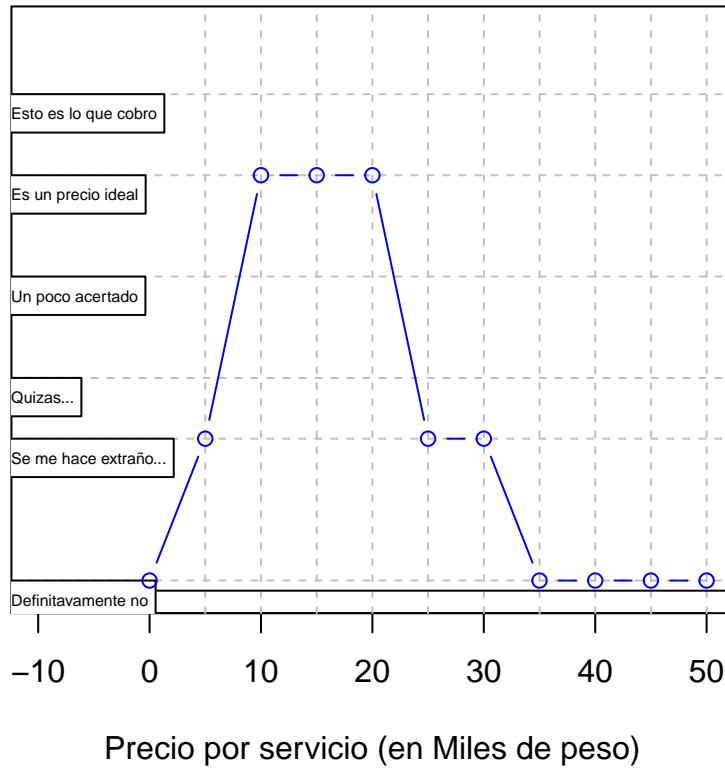
points(seq(0,50,5),c(1, 15, 49, 41, 31, 15,1,1,1,1), type = "b", col="black") #Modificacion del exper
```

Elicitación Ingreso por Servicio



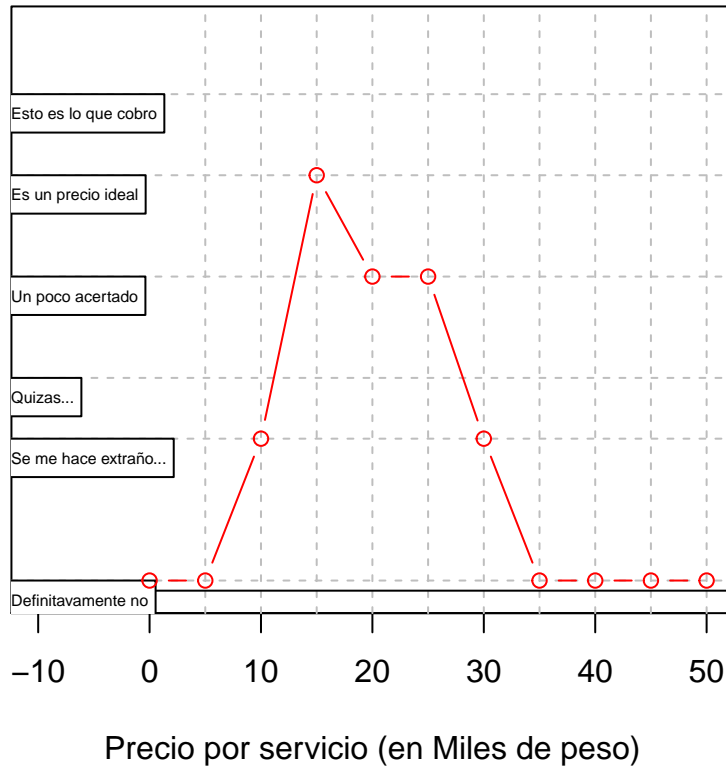
Para el Experto 2: El experto #2 indica que el valor que este cobra por un servicio de corte de cabello estándar es de 15 mil pesos. También indica que, comúnmente sube los precios de su servicio durante ciertas épocas. Se realiza un análisis del abanico de posibilidades en un rango de precio entre 0 a 50 mil pesos colombianos. (Unidades del eje X)

Elicitación Ingreso por Servicio



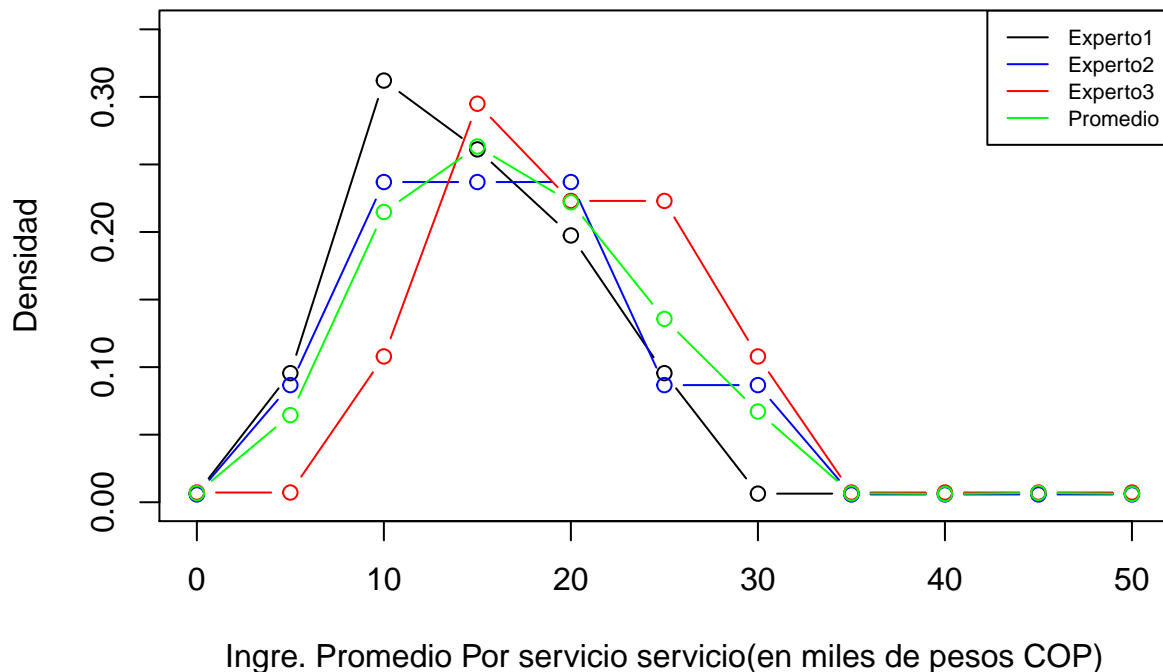
Para el Experto 3: Este experto indica que el valor que cobra por un servicio de corte de cabello estándar es de 18 mil pesos. También indica que, comunmente sube los precios de su servicio durante ciertas épocas. Se realiza un analisis del abanico de posibilidades en un rango de precio entre 0 a 50 mil pesos colombianos. (Unidades del eje X). Finalmente, la elicitation a mano alzada del experto 3 es la siguiente:

Elicitación Ingreso por Servicio



Con las tres elicitaciones a mano alzas se tiene una pregunta inmediata. Según estos expertos, ¿cuál es el costo por servicio de las barberías en Puerto Berrío? Teniendo en cuenta que, cada uno de los expertos ha asignado un valor y una curva de distribución, sería esperable observar cada una de ellas. De esta manera, realizando un promedio entre todos los expertos mediante una simulación de 10.000 entrevistas, se tiene que:

Ingreso por servicio Barberías



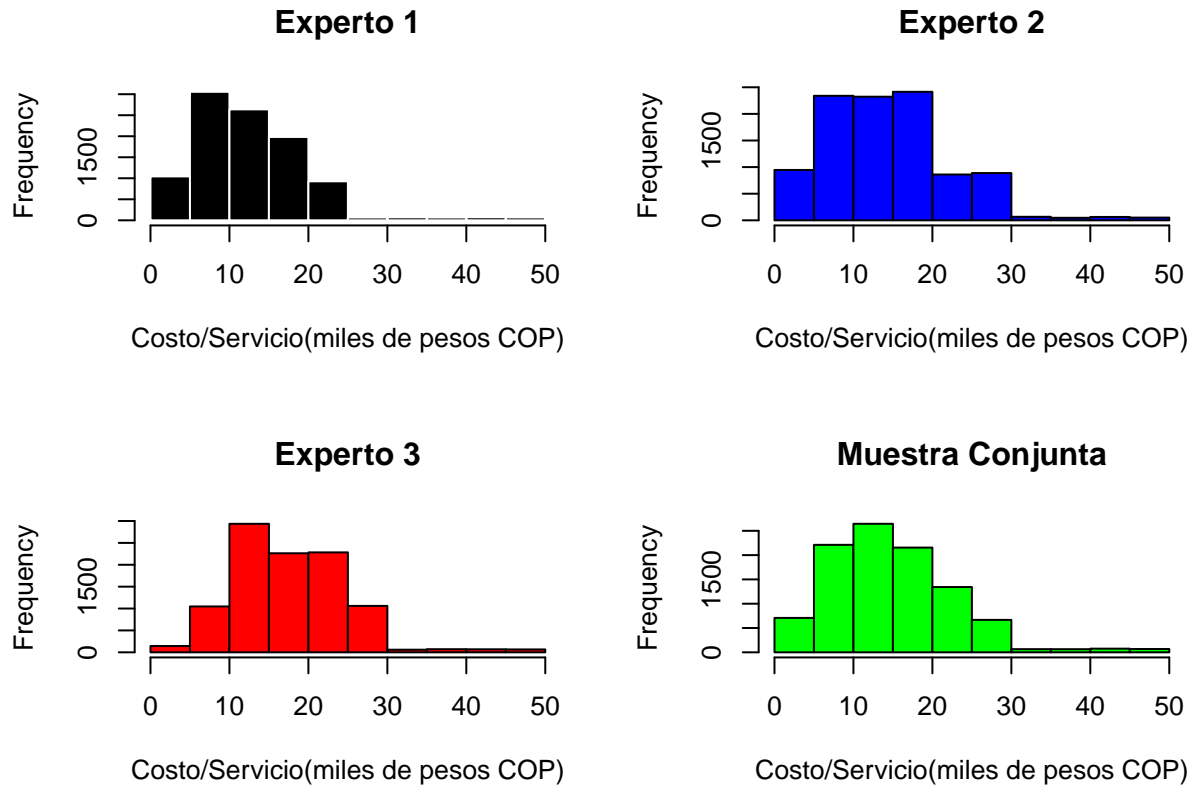
El gráfico anterior presenta con claridad las posibles distribuciones de cada uno de los expertos bajo las muestras simuladas para cada uno en esta elicitación. Además, una distribución en color verde referente al promedio de los datos que involucran a todos los expertos. Los datos han sido simulados debido a la dificultad que puede llegar a presentar realizar estimaciones puntuales con una muestra de $n=3$ (expertos). Por tal motivo, se hace uso de esta herramienta.

En particular, la curva de interés es aquella que simula el promedio de las 3 curvas juntas y que está en color verde. Con esta muestra se puede realizar una estimación del valor promedio del servicio de los barberos en la ciudad de Puerto Berrio. La gráfica nos da una idea aproximada de como se distribuyen los datos simulados y que valores puede llegar a tomar.

Se espera que el valor promedio de la estimacion de ingreso por servicio sea un valor entre 14 a 18 mil pesos, acorde con la gráfica. Para verificar esta proposición, se procede a trabajar con las muestras simuladas tanto para los 3 expertos como para la utilizada para calcular el promedio correspondiente.

Primero hagamos un análisis gráfico de la distribución de cada muestra existente a partir de un histograma, tal y como se presenta a continuación:

```
set.seed(2021)
par(mfrow=c(2,2))
hist(muestra1_3,main = "Experto 1",xlab = "Costo/Servicio(miles de pesos COP)", col = "black", border = 
hist(muestra2_3,main = "Experto 2",xlab = "Costo/Servicio(miles de pesos COP)", col = "blue")
hist(muestra3_3,main = "Experto 3",xlab = "Costo/Servicio(miles de pesos COP)", col = "red")
hist(muestra4_3,main = "Muestra Conjunta",xlab = "Costo/Servicio(miles de pesos COP)", col = "green")
```



Los histogramas son una representación a modo de frecuencia de las elicitaciones a mano alzada realizadas por los expertos. En ellos se observa, primero que todo, que el proceso de simulación conserva que las frecuencias mayoritarias corresponden al rango de ingresos por servicios dado por los expertos. Por tal motivo, consideramos válidas estas simulaciones y con la **Muestra Conjunta** se trabaja para capturar la información de interés, ya que es originaria o resultante de lo entregado por los expertos.

A continuación, se muestran algunas medidas de resumen enlazadas a la muestra de la distribución promedio (Muestra Conjunta):

```
set.seed(2021)
summary(muestra4_3)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##      0.00  10.00   15.00   17.33  20.00   50.00
```

Con esto, vemos que la media es equivalente a 15 miles de pesos colombianos. Esto implica que, este valor es la estimación elicitada de lo esperado, en ingreso monetario, por un servicio de barbería en Puerto Berrío, acorde a información otorgada por los expertos.

Estimación Elicitada del Ingreso Total del sector por mes.

En este nuevo contexto, esta estimación no entró como una elicitación directa para los expertos interrogados. Sin embargo, se cuenta con la información necesaria para hacer este cálculo. Es decir, podemos ver el ingreso total del sector como una variable aleatoria que dependa o se genere a partir de la información recogida de los expertos como:

Sean,

- N_i , $i = 1, \dots, 10000$: Valor aleatorio generado de la distribución del Número de Peluqueros simulada.

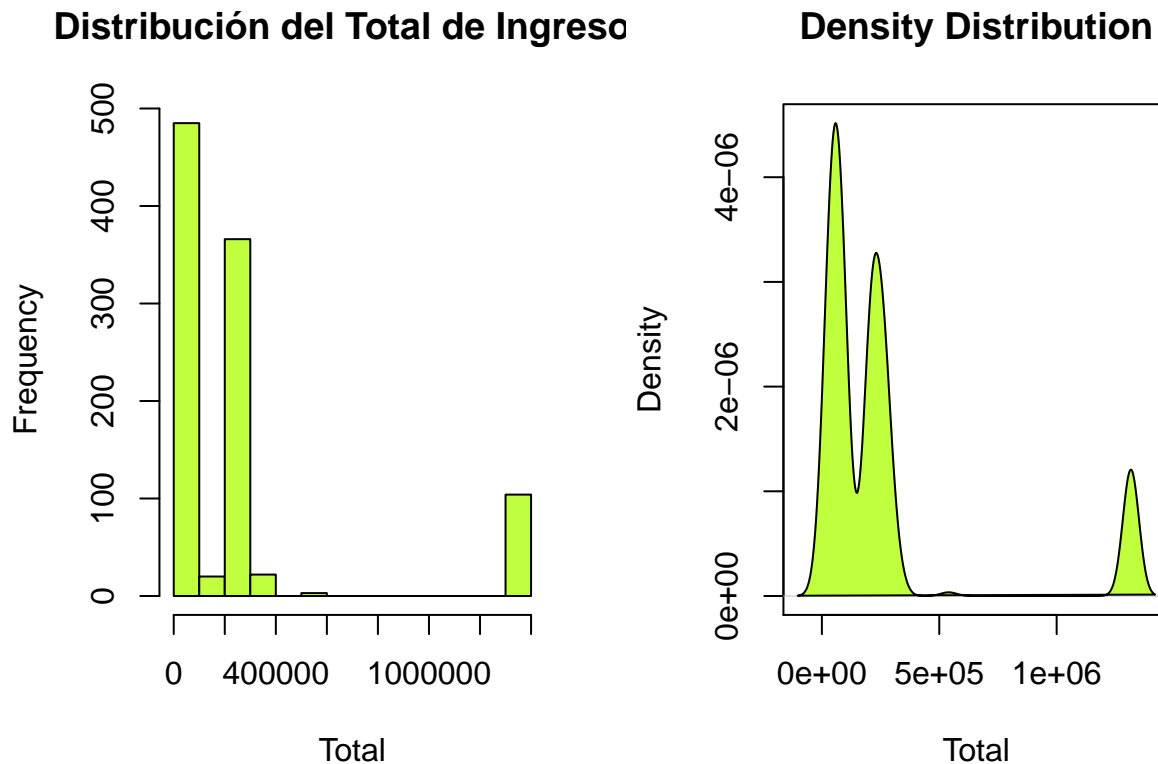
- S_i , $i = 1, \dots, 10000$: Valor aleatorio generado de la distribución del Número de Servicios a Clientes simulado.
- P_i , $i = 1, \dots, 10000$: Valor aleatorio generado de la distribución del Costo promedio por Servicio simulada.
- Se calcula una distribución simulada para el Total haciendo a T_i una variable aleatoria definida como $T_i = N_i * S_i * P_i$, $i = 1, \dots, 10000$

De esta manera, hemos definido esta nueva variable aleatoria en función de la información que ya se conoce y se ha trabajado. Por lo tanto, bajo esta estrategia, se simulará una muestra aleatoria de tamaño 10000 donde cada valor perteneciente esté definido tal como está descrito T_i , $i = 1, \dots, 10000$ utilizando la función `sample()` de **R**.

De esta manera se obtiene la siguiente distribución:

```
set.seed(2021)
#T_i = (N_i) * (S_i) * (P_i)
T_i=(muestra4_1*muestra4_1_1) * (muestra4_2) * (muestra4_3) #Aquí se calculan todos los posibles totales
prob_T=prop.table(table(T_i)) # Aquí generamos cada posible probabilidad para cada posible total de acuerdo a la muestra
muestraT=sample(unique(T_i), 1000, replace = TRUE,prob= prob_T) #Muestra simulada

#Distribución a partir de un Histograma para la muestra simulada
par(mfrow=c(1,2))
hist(muestraT,main = "Distribución del Total de Ingresos", xlab = "Total", col = "olivedrab1")
plot(density(muestraT), col="olivedrab1", main = "Density Distribution", xlab = "Total")
polygon(density(muestraT), col = "olivedrab1")
```



Se puede decir que la distribución asociada a esa muestra presenta un pico o abultamiento claramente notable

en la parte izquierda del gráfico. En otras palabras, este gráfico resume la información descriptiva sobre el total de ingresos mensual generado por el sector de la peluquería. Con el fin de conocer la estimación elicitada de acuerdo a lo estudiado, se vale del uso de las siguiente medidas de resumen sobre la muestra simulada:

```
set.seed(2021)
summary(muestraT)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##         0   60000  195000  262183  263250 1316250
```

De esta manera, y gracias a la distribución calculada, podemos inferir que el *Ingreso Total del sector por mes* esperado es equivalente a $195000 * 1000 = 195.000.000$ pesos COP.

4. Conclusiones

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), para el año 2019 (a precios corrientes), Puerto Berrío tuvo un PIB equivalente a \$ 664.000.000.000 COP (seiscientos sesenta y cuatro mil millones de pesos COP).

Traslapando todo lo hasta aquí calculado a este resultado, se observa que en términos de proporción el sector de la peluquería en Puerto Berrío, anualmente, representa una cantidad no muy influyente sobre el PIB del municipio para lo que fue el año 2019, tal y como lo indica el siguiente resultado:

$$\begin{aligned} \text{Ingreso Anual Estimado} &= 195.000.000 * 12 = 2.340.000.000 \\ \text{Porcentaje Respecto al PIB 2019} &: \frac{2.340.000.000}{664.000.000.000} = 0.00352409638 \approx 0.0035\% \end{aligned}$$

Por lo tanto, debido a la emergencia sanitaria mundial que se vive en estos momentos, a inicios y durante de la misma, este sector de la economía pudo haber sufrido un gran estancamiento debido posiblemente a cierres de locales por falta de sostenimiento, cuarentenas obligatorias, autocuidado, entre otros aspectos que generacen claramente una posible disminución de los ingresos aportados por este sector y vale una vez más aclarar que todo es resultado estimaciones subjetivas.

5. Referencias.

https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Municipios_de_Colombia_por_Producto_Interno_Bruto