



# Implementación de servicios climáticos para ganadería y maíz en Colombia

**Presentado por**

Julian Ramirez-Villegas

Lizeth Llanos

Alejandra Esquivel

Leonardo Ordoñez

Jefferson Rodriguez

**Diciembre 2019**

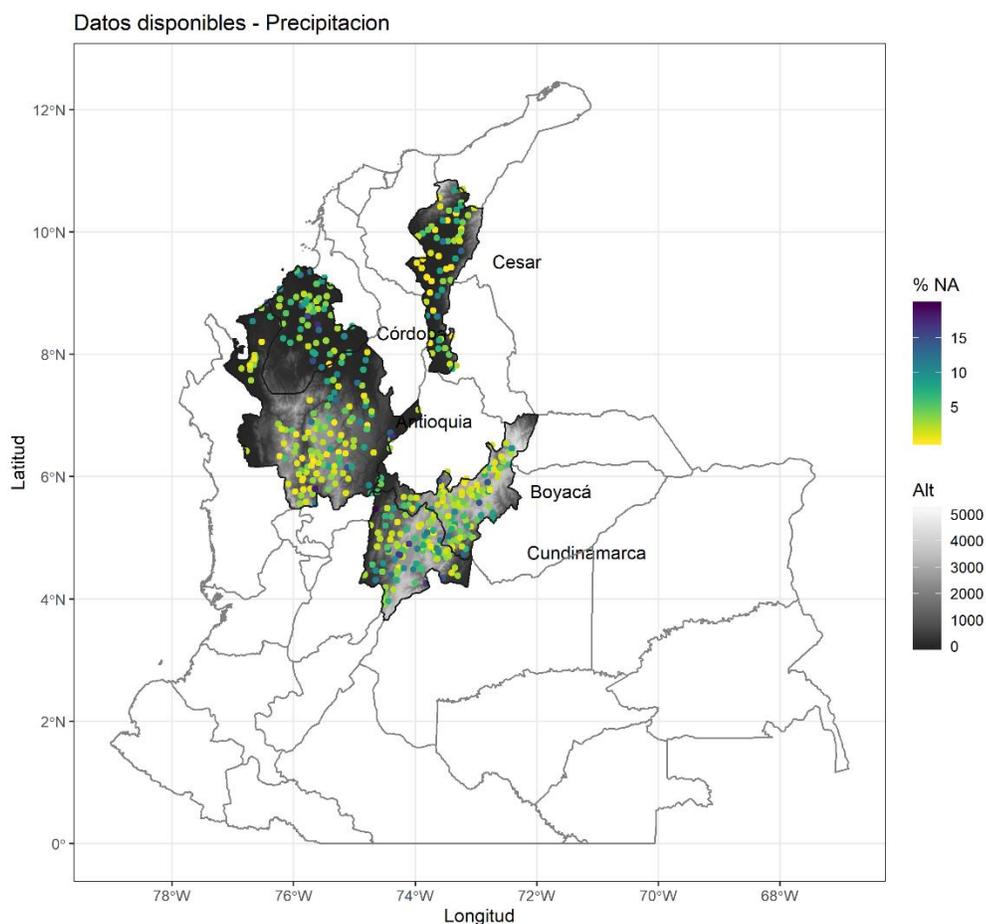
## Actividad 5: Recopilar analizar, modelar y evaluar predicciones climáticas en cuatro (4) zonas ganaderas priorizadas

### 5.1 Sitios de estudio

Con insumos del Ministerio de Agricultura y la Federación Nacional de Ganaderos (FEDEGAN), se definieron 4 áreas de estudio para trabajar en predicciones climáticas para Ganadería, a saber:

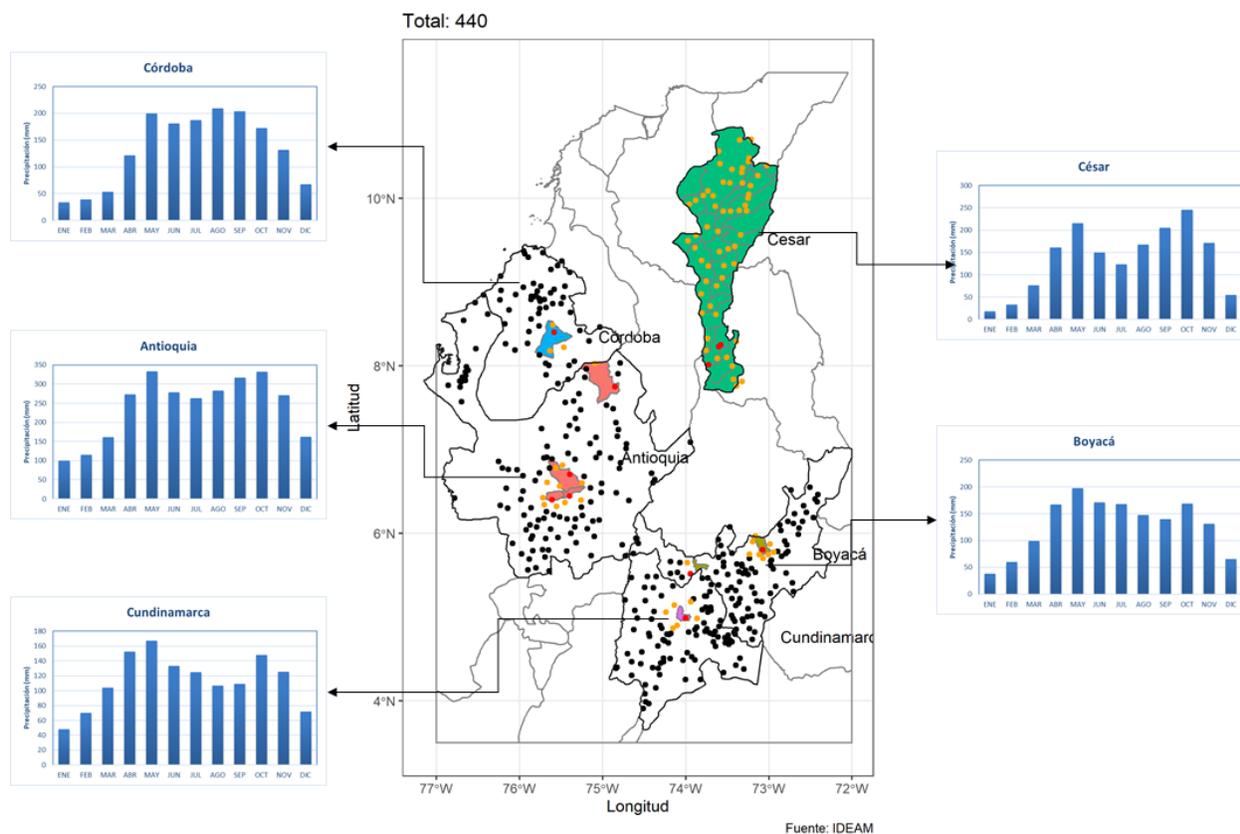
1. Planeta Rica, Lorica (Córdoba)
2. Santa Rosa de Osos, Caucaasia, San Pedro de los Milagros - Don Matías (Antioquia)
3. Zona Altiplano Cundiboyacense (Zipaquirá, Duitama, Chiquinquirá)
4. Departamento de César

Para determinar estos sitios se realizaron reuniones con FEDEGAN para identificar las zonas potenciales donde se tuvieran necesidades de llevar información climática, específicamente predicciones climáticas. Dentro de estas zonas se recopiló la información de estaciones climáticas disponibles por parte de IDEAM (Figuras 1–2) y se determinaron aquellas estaciones con al menos 20 años de información histórica para la variable de precipitación.



**Figura 1** Distribución de las estaciones meteorológicas de IDEAM. Los colores de los puntos indican la cantidad de información faltante a escala diaria para cada estación que registra información de precipitación.

Una vez seleccionadas las localidades inicialmente se llevó a cabo una reunión con un representante de FEDEGAN, en la cual se habló sobre el proceso de CIAT en lo referente a servicios agroclimáticos. Una vez socializada la metodología de predicción agroclimática, se procedió a realizar el proceso de predicción (Sección 5.2) y a planear las giras agroclimáticas por todos los sitios de estudio (Sección 5.3). La climatología promedio de cada departamento se presenta en la Figura 2.



**Figura 2.** Estaciones disponibles en los departamentos objetivo y sus climatologías.

## 5.2 Predicción climática

La realización de las predicciones climáticas para las localidades de interés consistió de los siguientes pasos:

**Paso 1. Control de calidad.** Como punto de inicio para el control de calidad y la predicción climática, dadas las zonas potenciales se hizo la identificación de las estaciones que miden precipitación pertenecientes al IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), para los 5 departamentos de interés. Eliminando en el proceso aquellas estaciones que tuvieran menos de 20 años de información. Una vez identificadas las estaciones, el paso siguiente fue hacer el control de calidad de las estaciones a nivel diario, para esto, algunos de los criterios evaluados fueron: eliminar valores de precipitación menores a 0 mm y mayores a 300 mm diarios.



**Paso 2. Definición del período de estudio.** El siguiente paso corresponde a la identificación de un único período de estudio a partir de la disponibilidad de información climática de las estaciones, el año final más común dentro de las estaciones fue 2016. Para el paso siguiente se utilizó información satelital a nivel mensual CHIRPS (Climate Hazards Center InfraRed Precipitation with Station data) de la Universidad de Santa Barbara, debido a que esta base de datos, solo se encuentra disponible a partir del año 1982, se definió el periodo de análisis de 1982 al 2016.

**Paso 3. Agregación a nivel mensual e imputación de datos faltantes.** Continuando, las estaciones de precipitación pertenecientes al IDEAM se encuentran a nivel diario, se procedió a realizar agregación (suma de los valores diarios) a nivel mensual. Para esto, se utilizó como criterio que para cada mes-año se tenga por lo menos el 90% de los datos, de ser así se genera el acumulado mensual. En caso contrario, se tomará el mes como dato faltante. Además, para hacer la imputación de datos se ajustó un modelo lineal para cada estación, en el cual la variable dependiente es la precipitación de la estación a nivel mensual, mientras que la variable dependiente es la precipitación mensual de CHIRPS en la coordenada donde se ubica la estación. Para el llenado de datos se predijeron los valores faltantes utilizando el modelo planteado.

**Paso 4. Predicciones climáticas.** Con las series completas, se procedió a generar con estas estaciones los archivos mensuales necesarios para generar la predicción estacional, dividiendo la zona de estudio en regiones (Antioquia-Córdoba, Cundinamarca-Boyacá, Cesar, todas las estaciones). Con el fin de hacer diferentes predicciones climáticas y seleccionar las que presenten mejor desempeño. Para hacer las predicciones estacionales de precipitación usamos el análisis de correlación canónica (CCA), implementado a través de la herramienta *Climate Predictability Tool (CPT)*, que es ampliamente utilizado para pronosticar debido a sus bajos requisitos informáticos y robustez en la producción de predicciones estacionales. Se utiliza como variable predictora la temperatura superficial del mar del modelo CFSv2, ya que en diversos estudios se ha demostrado su relación con la precipitación en el país, además de tener resultados aceptables para la predicción climática en el país. Estas predicciones se hacen a nivel trimestral usando como primer trimestre diciembre-enero-febrero y como segundo marzo-abril-mayo.

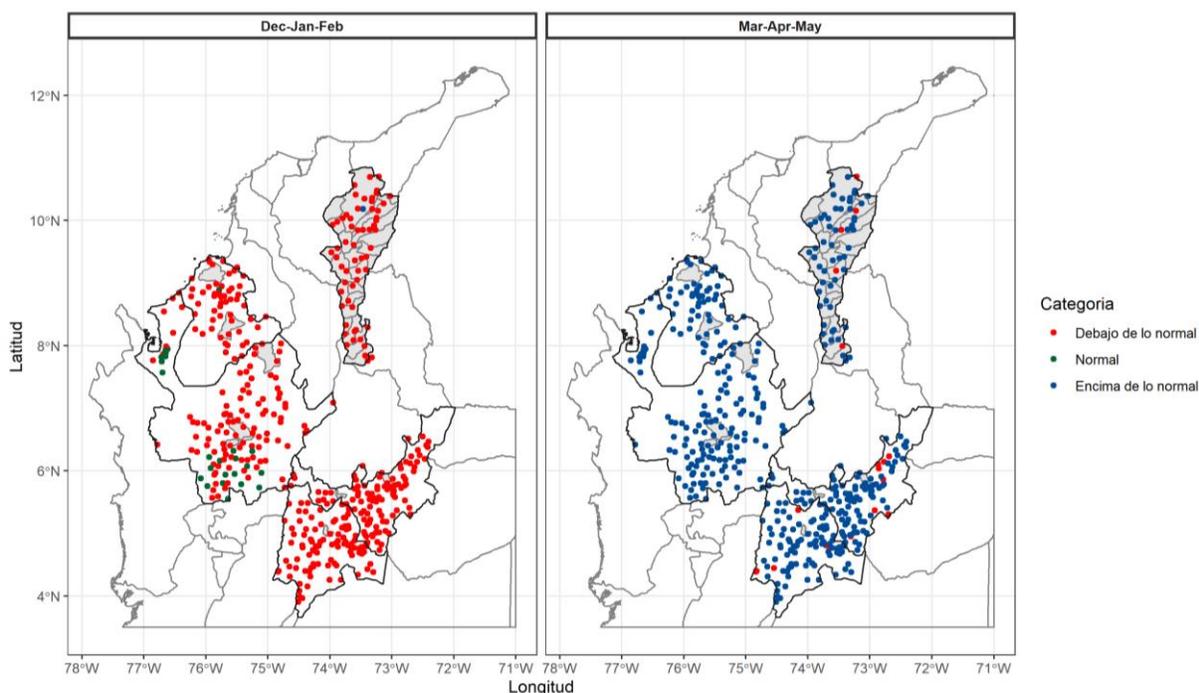
Con el fin de generar mejores predicciones climáticas también se evaluaron las predicciones bajo dos escenarios, el primero consiste en utilizar como dominio de la SST exploramos el uso de una región tropical estándar (30 ° S – 30 ° N), luego a partir de una metodología de optimización del área predictora en la región antes mencionada, se pueden obtener modelos con mejor o igual habilidad predictiva. Usamos la correlación promedio espacial *Goodness Index* (correlación de Kendall) como la medida de habilidad del modelo, ya que es un indicador adecuado para pronósticos de naturaleza probabilística y es poco probable que se vean afectador por valores periféricos.

**Paso 5. Análisis del desempeño de las predicciones.** A partir de las de los análisis realizados se encontraron los siguientes hallazgos:

- El primer trimestre (Diciembre-Enero-Febrero) de predicción tiene mejor habilidad de predicción que el segundo trimestre (Marzo-Abril-Mayo) (ver Anexo 1). Esto se debe a que a medida que nos alejamos en el tiempo, se presenta una mayor incertidumbre en la predicción, ya que otros factores que en la actualidad no estamos considerando intervienen (e.g. vientos, altura geopotencial, o factores de mesoescala).

- Se observa que el dominio del predictor optimizado mejoró la habilidad de predicción de manera consistente en todas las regiones.
- Las predicciones realizadas con todas las estaciones juntas muestran mejor desempeño que las realizadas con regiones individuales (barras 'All' vs. otras barras en Anexo 1), excepto en la zona de Antioquia-Córdoba. Por tanto, para Antioquia-Córdoba se utilizaron las predicciones realizadas con las estaciones de esa región únicamente.

**Paso 6. Generación de predicciones.** La Figura 3 presenta las predicciones realizadas para las estaciones en los 2 trimestres objetivo de estudio. Para el trimestre diciembre-enero-febrero, predomina la probabilidad que llueva por debajo de lo normal, mientras que para marzo-abril-mayo predominan condiciones por encima de lo normal. En el Anexo 2 se puede consultar la correlación de Kendall que hace referencia a la habilidad del modelo para cada estación (entre más cercano sea 100 mejor desempeño tiene).



**Figura 3.** Predicción climática para los próximos dos trimestres.

Estas predicciones se socializaron en una gira agroclimática en 11 municipios en 5 departamentos (ver Sección 5.3, abajo).

### 5.3 Socialización de las predicciones agroclimáticas con actores del sector ganadero

La coordinación de la gira agroclimática inicia en la reunión de coordinación desarrollada el 14 de noviembre del 2019 en las instalaciones de FEDEGAN-FNG en Bogotá, con los siguientes participantes:

- Jose de Silvestri. Gerente Técnico, FEDEGAN



- Olber Oyala. Subdirector de Ciencia Tecnología e Innovación, FEDEGAN
- Luisa Llanos. Profesional de Ciencia Tecnología e Innovación, FEDEGAN
- Lizeth Llanos. Experta en Predicción climática, CIAT.
- Jeferson Rodriguez. Experto en modelación agroclimática, CIAT.

En esta reunión se socializaron algunos resultados de predicción climática estacional, producto del convenio de cooperación con el MADR. A partir de la priorización previa de departamentos, se declaró el compromiso de desarrollar la gira técnica de extensión “Conversatorios de predicción climática” en los 5 departamentos.

El objetivo de los conversatorios fue el de socializar los resultados de predicción climática, sensibilizar al sector ganadero sobre la utilidad de los pronósticos agroclimáticos, y diagnosticar algunas necesidades de información por región. La serie de conversatorios en los 5 departamentos se refiere de aquí en adelante como “Gira Agroclimática”

**Cronograma de la gira agroclimática.** El cronograma de la gira se especifica en la Figura 3. Inició en la Cuenca lechera de Antioquia (Santa Rosa de Osos, Don Matías y San Pedro de los Milagros), se trasladó al departamento del Cesar en los municipios de Aguachica y Valledupar. Continuó en la región de Boyacá y Cundinamarca en los municipios de Duitama, Chiquinquirá y Zipaquirá. Finalmente se visitó la región ganadera del Bajo Cauca, iniciando en el municipio de Caucasia, departamento de Antioquia y finalizando en los municipios de Planeta Rica y Santa Cruz de Lorica en Córdoba.

Gira FEDEGAN - FNG - CIAT						
Hoy < > diciembre de 2019						
lun	mar	mié	jue	vie		
25	26	27	28	29		
2	3	4	5	6		
09:00 Conversatorio Antioquia 15:00 Conversatorio Antioquia	09:00 Conversatorio Antioquia		09:00 Conversatorio Cesar	09:00 Conversatorio Cesar		
9	10	11	12	13		
09:00 Conversatorio Boyaca	09:00 Conversatorio Boyaca 15:00 Conversatorio Cundinamar		09:00 Conversatorio Antioquia	08:00 Conversatorio Córdoba 15:00 Conversatorio Córdoba		

**Figura 3.** Cronograma de los 11 conversatorios.

**Estructura del conversatorio.** El conversatorio consistió de las siguientes partes:

- (1) Introducción a la problemática climática en el sector agropecuario. Se presentan cifras y noticias nacionales de impactos del clima en la producción ganadera.
- (2) Se socializa el potencial uso de servicios climáticos para la toma de decisiones del sector agropecuario.
- (3) Se abre la participación del público definiendo y/o aclarando algunos conceptos de uso común en el manejo de información climática.
- (4) Se mostraban el área de estudio del proyecto y se procede a identificar la estación meteorológica disponible más cercana. De acuerdo a la disponibilidad de datos, se grafican los

regímenes de precipitación mensual y se analizan los comportamientos estacionales climáticas más frecuentes del municipio: Inicio de épocas seca y lluviosa.

- (5) Se continuaba con una explicación básica de cómo se generan las predicciones climáticas, tanto las probabilísticas como las relacionadas con fenómenos de variabilidad climática como NIÑO y NIÑA. Además, se destacaron puntos clave para interpretar esta información en términos de probabilidades. Como ejemplo se hizo la comparación entre un año típico Niño y un año típico Niña en términos de las anomalías en los patrones de precipitación, así mismo se identificó que los impactos no siempre son los mismos en diferentes regiones del país.
- (6) Pasando a la parte de predicciones climáticas, se inicia mostrando los resultados de los centros internacionales como el CPC y el IRI en cuanto al monitoreo y predicción del Niño. Se continúa con la información regional de los boletines de predicción climática del IDEAM, finalmente se analiza la predicción climática municipal de la estación meteorológica más cercana, para los trimestres de *diciembre-enero-febrero*, conocido como la época seca en varias regiones y el trimestre *marzo-abril-mayo*, periodo de transición hacia época lluviosa.
- (7) Se sacan algunas conclusiones con respecto a las predicciones y se ofrece información de medidas de adaptación o alternativas para enfrentar la sequía.
- (8) Finalmente se desarrolla una actividad de conversatorio por grupos (entre 3 y 4), formados aleatoriamente, de dependiendo del número de asistentes. Se plantea la pregunta: **¿De qué forma podemos usar esta información?** Al finalizar el tiempo, un representante de cada equipo expone las principales conclusiones de su equipo (Figura 4).

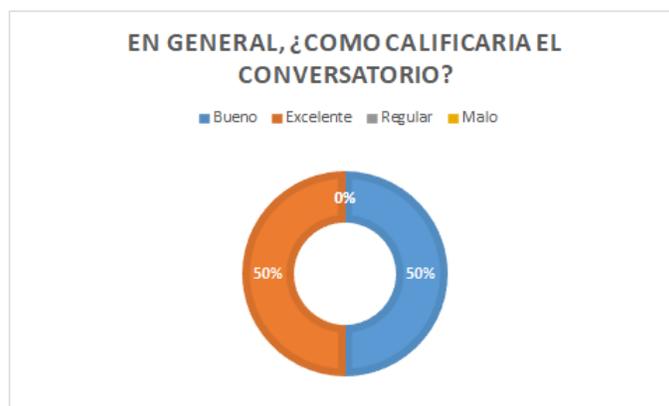


**Figura 4.** Conversatorio y discusión en grupos.

**Resultados de la gira.** La gira agroclimática se logró realizar en un 100%. Se lograron visitar los 5 departamentos priorizados, un total de 11 municipios y más de 300 participantes.

Con 250 de los participantes se logró establecer un canal de comunicación via WhatsApp. Se crearon grupos por cada región en el que se permite compartir exclusivamente información climática. La gira permitió diagnosticar algunas características de uso de la información climática por región y evaluar el conversatorio en cuanto al grado de satisfacción. Para esto ultimo, se utilizó una encuesta vía web. La

Figura 5 muestra el resultado de la calidad del conversatorio, con el 100 % de los participantes indicando una calidad buena o excelente.



**Figura 5.** Resultados de la encuesta sobre la calidad del conversatorio.

En el espacio de discusión en grupo, se lograron varios objetivos. Por un lado, abrir un espacio de participación entre diferentes actores, un intercambio de saberes en el que varios ganaderos usuarios de prácticas de adaptación, compartieron su experiencia en temáticas como la cosecha de agua, sistemas silvopastoriles, manejo de pasturas, bancos de forrajes o proteínas, ensilaje, planificación de prácticas como carga animal, tiempos de rotación de potreros, entre otros temas.

En términos de comunicaciones, para cada conversatorio/municipio se emitió un tweet. La difusión de esta información contó con el apoyo de la oficina de comunicaciones de CIAT y miembros de FEDEGAN-FNG. De acuerdo a las estadísticas de Twitter, la emisión de 11 Trinos de la cuenta @jrodriguezesp Tweets lograron 9,349 visualizaciones. Además, la etiqueta (#Hashtag) creado para el evento “#CLIMAYGANADERIA”, logró un potencial de más de 60,000 usuarios alcanzados, de acuerdo al reporte gratuito del 11 de diciembre al 14 de diciembre por la pagina *Tweet Binder Social Media Analytics* (Figura 6). Las estadísticas de los tweets por separado se presentan en el Anexo 3.



Figura 6. Reporte del hashtag #CLIMAYGANADERIA

## Actividad 6: Ampliar los servicios de predicción agroclimáticos para el cultivo de maíz al menos en tres zonas geográficas seleccionadas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

### 5.1 Sitios de estudio

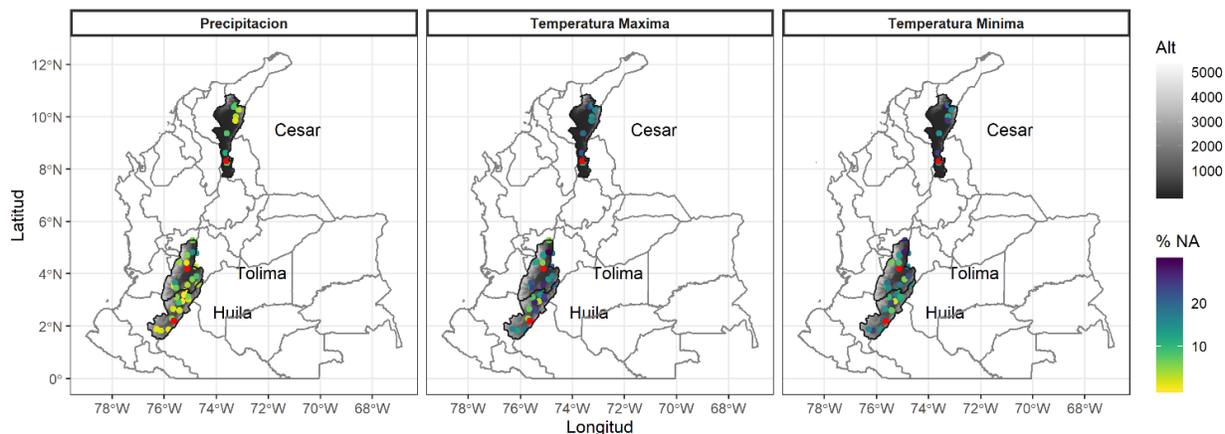
Con base en discusiones con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y la Federación Nacional de Cereales y Leguminosas (FENALCE), se identificaron 3 sitios de estudio para la ampliación de servicios agroclimáticos de maíz, a saber:

1. Garzón, Huila
2. Ibagué, Tolima
3. Aguachica, César

La selección de las localidades se realizó en atención a las directivas de desarrollo del gremio en los tres departamentos y debido al alto potencial de estas. Garzón es un municipio que se caracteriza por su potencial agrícola para diferentes cultivos (incluyendo el maíz), Aguachica ha tenido una marcada cultura agrícola desde 1850 y en Ibagué se encuentra el distrito de riego más importante del Tolima, con 1,800 usuarios en 26,000 hectáreas cubiertas aproximadamente.

También se tuvo en cuenta que en los sitios propuestos se contara con información climática para las variables de temperatura, precipitación y brillo solar, las cuales son requisitos para poder realizar los pronósticos agroclimáticos. En la Figura 7 se observan las estaciones cercanas a los sitios de interés (puntos rojos), los cuales cuentan con estaciones meteorológicas cercanas que registran las diferentes variables climáticas.

Total: 35



Fuente: IDEAM

**Figura 7.** Distribución de las estaciones meteorológicas de IDEAM. Los colores indican la cantidad de información faltante para cada estación. Los puntos rojos indican los sitios de interés.

Para dar atención al proyecto de maíz se desarrollaron dos líneas de actividades complementarias, (1) Capacitación a los técnicos de las tres zonas con el fin de trabajar conjuntamente en la ampliación de la capacidad de la plataforma AClimateColombia; y (2) jornadas de socialización de la plataforma a agricultores, técnicos, estudiantes y productores de la mano (con el apoyo) del personal de FENALCE.

## 5.2 Capacitación para la conjunta ampliación de los servicios agroclimáticos de maíz a través de la plataforma AClimateColombia

La ampliación de los servicios de predicción agroclimáticos para el sector maicero se enfocó en la expansión de la plataforma de servicios agroclimáticos AClimateColombia<sup>1</sup>. Para este fin, se llevaron a cabo tres sesiones de capacitación con cuatro técnicos de FENALCE. Dichas capacitaciones se llevaron a cabo de la siguiente manera:

1. **Oscar Estrada**, quien fue seleccionado como el nuevo profesional a cargo del área de modelación de cultivos en reemplazo de Cristian Camilo Segura por FENALCE, tuvo 2 capacitaciones. La primera del 6 al 8 de noviembre de 2019 se le capacitó sobre el modelo de cultivo de maíz DSSAT-CERES-Maize. La segunda entre el 19 y el 22 de noviembre de 2019 en las instalaciones del CIAT en el tema de clima y pronósticos climáticos.
2. **Daniel Echavarría, Mauricio Yepes y Carlos Peluha**, asistentes técnicos del Tolima, Huila y César (respectivamente), estuvieron en una capacitación el 10 y 11 de diciembre de 2019. En esta última capacitación se realizaron ejercicios prácticos de consulta e interpretación de los resultados de la plataforma y se discutieron posibles usos de la modelación de cultivos en el apoyo a la exploración de fechas y localidades óptimas para el cultivo de maíz.
3. **Gremio en general, y MADR**. Se realizó una socialización general sobre la disponibilidad de servicios agroclimáticos para el sector maicero el 12 de Diciembre de 2019. Esta socialización

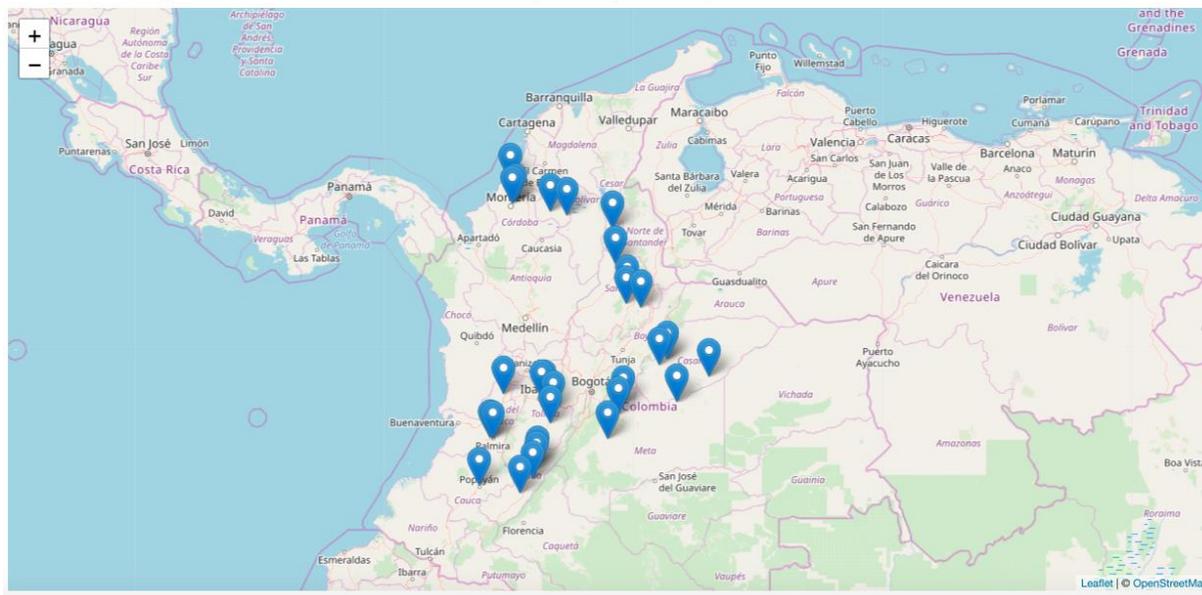
<sup>1</sup> <https://pronosticos.aclimatecolombia.org>

incluyó a más de 30 personas de FENALCE, y CIMMYT, y a un representante del MADR (Nelson Lozano).

Como resultado de este esfuerzo se consiguieron los archivos necesarios para activar las estaciones climáticas de “La Betulia” El Agrado, “Aguas Claras” Aguachica y “Aeropuerto Perales” Ibagué. La Figura 8 muestra todas las localidades cubiertas por la plataforma AClimateColombia en la actualidad.

### Áreas de pronósticos agroclimáticos

En esta sección usted podrá ver cuales son las áreas en las cuales estamos generando pronósticos agroclimáticos



**Figura 8.** Mapa de las localidades incluidas en la actualidad en la plataforma AClimateColombia. Tomado de <https://pronosticos.aclimatecolombia.org>

Con la ampliación de la cobertura de la plataforma se desarrolló un plan de socialización para las zonas de Aguachica César y Garzón Huila. No se realizó socialización en Ibagué, ya que allá se realizan mensualmente reuniones de la mesa técnica agroclimática del Tolima que abordan el tema de maíz.

### 5.2 Socialización de la plataforma AClimateColombia y de las predicciones agroclimáticas

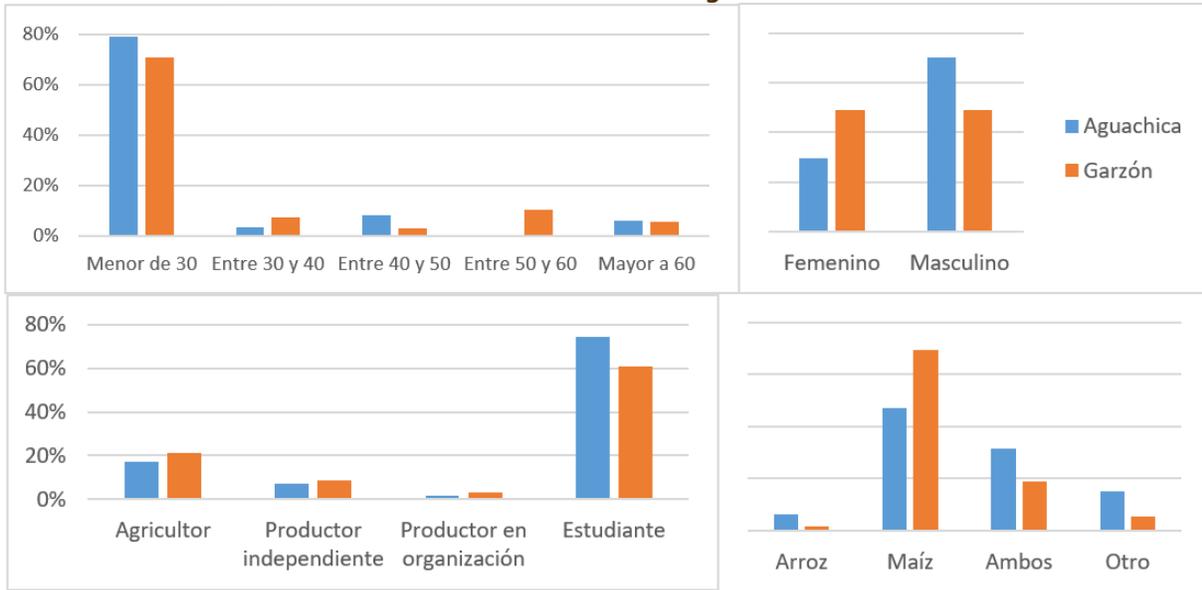
Se realizaron dos jornadas de socialización en los municipios de Aguachica César y Garzón Huila los días 5 y 17 de diciembre de 2019 (respectivamente). La asistencia a los eventos fue de 55 personas promedio en cada localidad. La Figura 9 muestra algunas fotos de los eventos de socialización.



**Figura 9.** Fotos de los eventos de socialización en Garzón (3 fotos superiores, y foto inferior izquierda), y Aguachica (fotos inferiores centro y derecha).

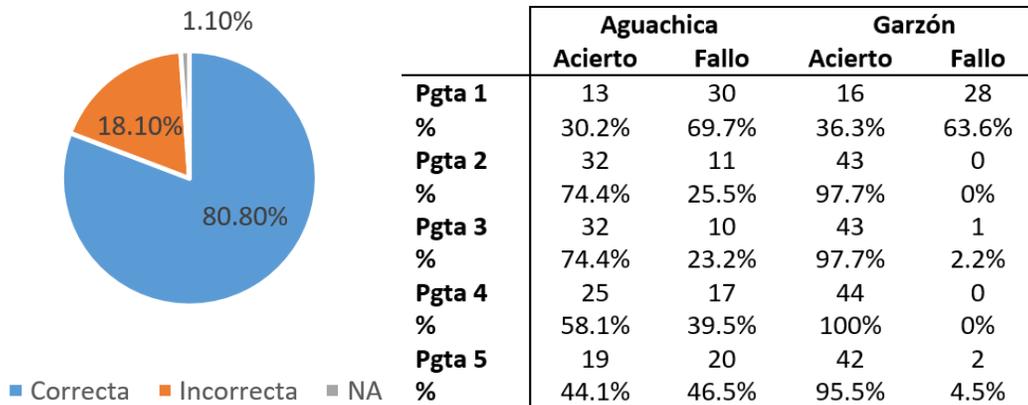
Las socializaciones tuvieron como objetivos de estas actividades (i) dar a conocer a productores, técnicos, estudiantes y toda persona que pudiera estar interesada en la plataforma de pronósticos climáticos y agroclimáticos AClimateColombia; (ii) Facilitar el entendimiento, la interpretación y el uso de la información climática presentada como apoyo técnico en la toma de decisiones agronómicas; y (iii) Realizar una encuesta de entendimiento y percepción de utilidad respecto a los servicios climáticos de la plataforma AClimateColombia. La metodología usada se presenta en el Anexo 4.

Entre los dos eventos se contó con un total de 110 asistentes, de los que 88 tomaron la encuesta de usabilidad. La mayoría de los asistentes fueron jóvenes (~70%) estudiantes interesados en los cultivos de maíz, arroz, algodón, moringa y café. Más del 20% de los participantes fueron agricultores y productores agrícolas. Aunque la mayor asistencia fue masculina, hubo buena participación femenina (Figura 10).



**Figura 10.** Descripción de los participantes en los eventos de socialización. Los valores en el eje-y corresponden al porcentaje de participantes.

Con el fin de evaluar la capacidad de los encuestados para extraer información de la plataforma, al terminar la socialización se realizaron cinco preguntas de consulta. La Figura 11 presenta los resultados. El porcentaje de acierto fue bastante alto (80.8 % de los participantes), lo que indica una buena capacidad de extraer información, y sugiere que el diseño de la plataforma facilita la extracción de la información. El peor desempeño se observó en la primera pregunta, en la que se solicitaba información de las probabilidades de precipitación del pronóstico. Las demás preguntas fueron contestadas correctamente entre el 44% y el 100% de los casos.



**Figura 11.** Capacidad de los participantes para extraer información correctamente de la plataforma.

Para analizar la opinión de los participantes a la socialización se realizaron diferentes afirmaciones y se preguntó qué tan de acuerdo o desacuerdo se sentían sobre diferentes aspectos relacionados con el

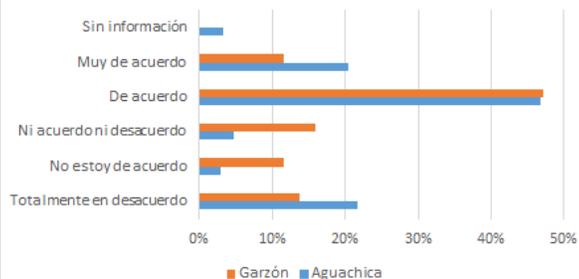
interés en trabajar con la plataforma de pronósticos, la facilidad en el uso de la página y la percepción de complejidad del sistema. Las afirmaciones y los resultados se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Opinión de los participantes respecto a la usabilidad de la plataforma. Las barras naranjas corresponden a Garzón (Huila), y las barras azules a Aguachica (Cesar).

Afirmación	Resultado																					
(1) Creo que me gustaría usar esta página web con frecuencia.	<table border="1"> <caption>Data for Statement (1)</caption> <thead> <tr> <th>Level of Agreement</th> <th>Garzón (%)</th> <th>Aguachica (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy de acuerdo</td> <td>35</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>60</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Ni acuerdo ni desacuerdo</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Totalmente en desacuerdo</td> <td>2</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Level of Agreement	Garzón (%)	Aguachica (%)	Muy de acuerdo	35	15	De acuerdo	60	50	Ni acuerdo ni desacuerdo	5	10	Totalmente en desacuerdo	2	20						
Level of Agreement	Garzón (%)	Aguachica (%)																				
Muy de acuerdo	35	15																				
De acuerdo	60	50																				
Ni acuerdo ni desacuerdo	5	10																				
Totalmente en desacuerdo	2	20																				
(2) Considero que esta página web es fácil de usar	<table border="1"> <caption>Data for Statement (2)</caption> <thead> <tr> <th>Level of Agreement</th> <th>Garzón (%)</th> <th>Aguachica (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sin información</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Muy de acuerdo</td> <td>5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>75</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Ni acuerdo ni desacuerdo</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>No estoy de acuerdo</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Totalmente en desacuerdo</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Level of Agreement	Garzón (%)	Aguachica (%)	Sin información	0	5	Muy de acuerdo	5	15	De acuerdo	75	50	Ni acuerdo ni desacuerdo	5	10	No estoy de acuerdo	5	5	Totalmente en desacuerdo	5	5
Level of Agreement	Garzón (%)	Aguachica (%)																				
Sin información	0	5																				
Muy de acuerdo	5	15																				
De acuerdo	75	50																				
Ni acuerdo ni desacuerdo	5	10																				
No estoy de acuerdo	5	5																				
Totalmente en desacuerdo	5	5																				
(3) Creo que es fácil navegar entre las pestañas de esta página web	<table border="1"> <caption>Data for Statement (3)</caption> <thead> <tr> <th>Level of Agreement</th> <th>Garzón (%)</th> <th>Aguachica (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy de acuerdo</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>75</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>Ni acuerdo ni desacuerdo</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>No estoy de acuerdo</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Totalmente en desacuerdo</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Level of Agreement	Garzón (%)	Aguachica (%)	Muy de acuerdo	5	10	De acuerdo	75	55	Ni acuerdo ni desacuerdo	5	10	No estoy de acuerdo	2	0	Totalmente en desacuerdo	5	5			
Level of Agreement	Garzón (%)	Aguachica (%)																				
Muy de acuerdo	5	10																				
De acuerdo	75	55																				
Ni acuerdo ni desacuerdo	5	10																				
No estoy de acuerdo	2	0																				
Totalmente en desacuerdo	5	5																				
(4) Creo que es fácil acceder a esta página web	<table border="1"> <caption>Data for Statement (4)</caption> <thead> <tr> <th>Level of Agreement</th> <th>Garzón (%)</th> <th>Aguachica (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy de acuerdo</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>65</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Ni acuerdo ni desacuerdo</td> <td>5</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>No estoy de acuerdo</td> <td>10</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Totalmente en desacuerdo</td> <td>10</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	Level of Agreement	Garzón (%)	Aguachica (%)	Muy de acuerdo	5	10	De acuerdo	65	50	Ni acuerdo ni desacuerdo	5	20	No estoy de acuerdo	10	5	Totalmente en desacuerdo	10	15			
Level of Agreement	Garzón (%)	Aguachica (%)																				
Muy de acuerdo	5	10																				
De acuerdo	65	50																				
Ni acuerdo ni desacuerdo	5	20																				
No estoy de acuerdo	10	5																				
Totalmente en desacuerdo	10	15																				

<p>(5) Considero que esta página web es muy compleja</p>	<table border="1"> <caption>Data for Statement (5): Considero que esta página web es muy compleja</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Garzón (%)</th> <th>Aguachica (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>55</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>Ni acuerdo ni desacuerdo</td> <td>5</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>No estoy de acuerdo</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Totalmente en desacuerdo</td> <td>25</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Garzón (%)	Aguachica (%)	De acuerdo	55	38	Ni acuerdo ni desacuerdo	5	40	No estoy de acuerdo	15	15	Totalmente en desacuerdo	25	5						
Respuesta	Garzón (%)	Aguachica (%)																				
De acuerdo	55	38																				
Ni acuerdo ni desacuerdo	5	40																				
No estoy de acuerdo	15	15																				
Totalmente en desacuerdo	25	5																				
<p>(6) Necesito aprender muchas cosas antes de usar esta página web</p>	<table border="1"> <caption>Data for Statement (6): Necesito aprender muchas cosas antes de usar esta página web</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Garzón (%)</th> <th>Aguachica (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sin información</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Muy de acuerdo</td> <td>10</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>45</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Ni acuerdo ni desacuerdo</td> <td>15</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>No estoy de acuerdo</td> <td>10</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Totalmente en desacuerdo</td> <td>15</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Garzón (%)	Aguachica (%)	Sin información	0	5	Muy de acuerdo	10	20	De acuerdo	45	45	Ni acuerdo ni desacuerdo	15	5	No estoy de acuerdo	10	5	Totalmente en desacuerdo	15	20
Respuesta	Garzón (%)	Aguachica (%)																				
Sin información	0	5																				
Muy de acuerdo	10	20																				
De acuerdo	45	45																				
Ni acuerdo ni desacuerdo	15	5																				
No estoy de acuerdo	10	5																				
Totalmente en desacuerdo	15	20																				
<p>(7) Creo que necesito un experto para poder interpretar la información en esta página web</p>	<table border="1"> <caption>Data for Statement (7): Creo que necesito un experto para poder interpretar la información en esta página web</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Garzón (%)</th> <th>Aguachica (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sin información</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Muy de acuerdo</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>30</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Ni acuerdo ni desacuerdo</td> <td>15</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>No estoy de acuerdo</td> <td>25</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Totalmente en desacuerdo</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Garzón (%)	Aguachica (%)	Sin información	5	10	Muy de acuerdo	10	10	De acuerdo	30	15	Ni acuerdo ni desacuerdo	15	20	No estoy de acuerdo	25	35	Totalmente en desacuerdo	15	15
Respuesta	Garzón (%)	Aguachica (%)																				
Sin información	5	10																				
Muy de acuerdo	10	10																				
De acuerdo	30	15																				
Ni acuerdo ni desacuerdo	15	20																				
No estoy de acuerdo	25	35																				
Totalmente en desacuerdo	15	15																				
<p>(8) Creo que la mayoría de las personas que trabajan conmigo aprenderían a usar esta página web muy rápidamente</p>	<table border="1"> <caption>Data for Statement (8): Creo que la mayoría de las personas que trabajan conmigo aprenderían a usar esta página web muy rápidamente</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Garzón (%)</th> <th>Aguachica (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy de acuerdo</td> <td>5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>60</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Ni acuerdo ni desacuerdo</td> <td>25</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>No estoy de acuerdo</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Totalmente en desacuerdo</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Garzón (%)	Aguachica (%)	Muy de acuerdo	5	15	De acuerdo	60	45	Ni acuerdo ni desacuerdo	25	15	No estoy de acuerdo	5	5	Totalmente en desacuerdo	5	5			
Respuesta	Garzón (%)	Aguachica (%)																				
Muy de acuerdo	5	15																				
De acuerdo	60	45																				
Ni acuerdo ni desacuerdo	25	15																				
No estoy de acuerdo	5	5																				
Totalmente en desacuerdo	5	5																				
<p>(9) Me siento seguro cuando uso esta página web</p>	<table border="1"> <caption>Data for Statement (9): Me siento seguro cuando uso esta página web</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Garzón (%)</th> <th>Aguachica (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy de acuerdo</td> <td>5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>60</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Ni acuerdo ni desacuerdo</td> <td>25</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>No estoy de acuerdo</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Totalmente en desacuerdo</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Garzón (%)	Aguachica (%)	Muy de acuerdo	5	15	De acuerdo	60	45	Ni acuerdo ni desacuerdo	25	15	No estoy de acuerdo	5	5	Totalmente en desacuerdo	5	5			
Respuesta	Garzón (%)	Aguachica (%)																				
Muy de acuerdo	5	15																				
De acuerdo	60	45																				
Ni acuerdo ni desacuerdo	25	15																				
No estoy de acuerdo	5	5																				
Totalmente en desacuerdo	5	5																				

(10) Los videos tutoriales son útiles para apoyar el uso de esta página web



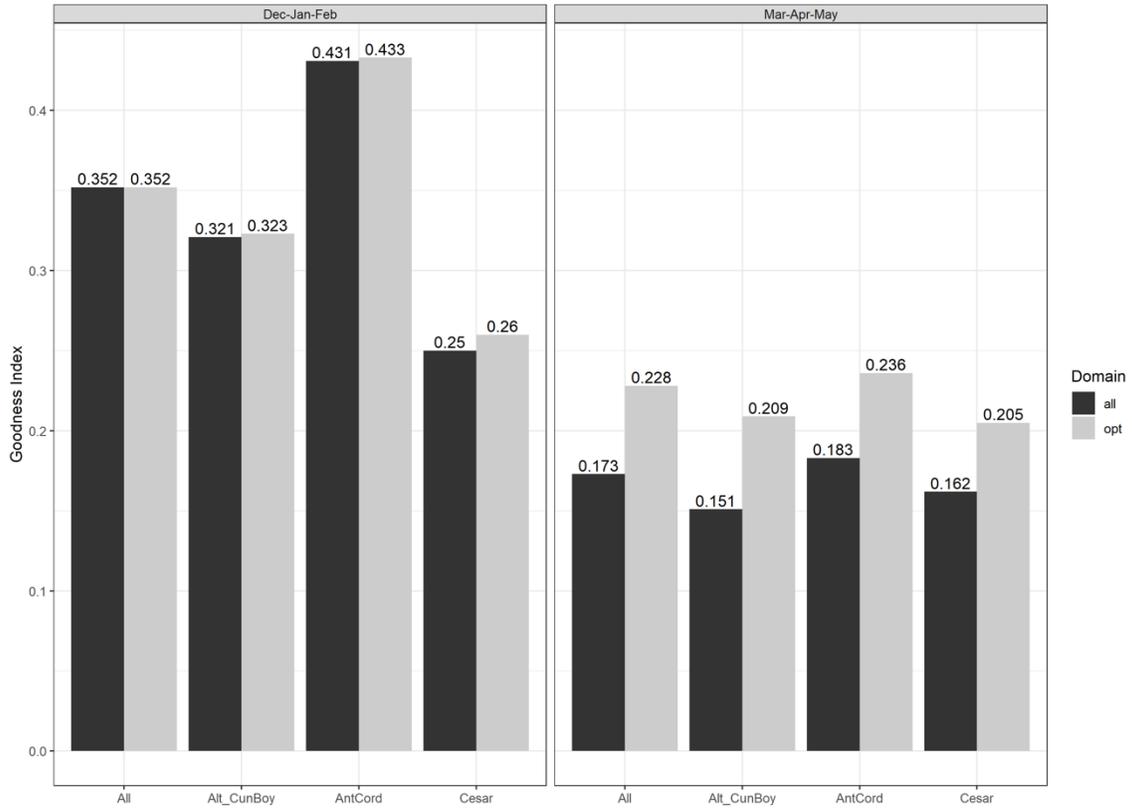
En general, se nota una percepción bastante favorable de la plataforma, lo que es consistente con resultados de evaluación de usabilidad llevados a cabo anteriormente (2017). Se resaltan algunas necesidades adicionales de capacitación, y de acompañamiento de expertos. En este sentido, resaltamos la labor que se realizó con los cuatro técnicos de FENALCE, y la importancia de su rol, así como el de la Mesa Técnica Agroclimática, para realizar una traducción adecuada de los resultados de la plataforma hacia los agricultores.

Finalmente, resaltamos que fue posible realizar todas las actividades programadas y acordadas con el gremio de FENALCE, quienes a la vez dejaron claro su interés de continuar con el proceso de ampliación de cobertura en servicios agroclimáticos. Asimismo, la participación y el recibimiento de la gente que se observó en las zonas superó las expectativas previas, el mayor interés de los participantes giró alrededor del cambio climático y como enfrentarlo.

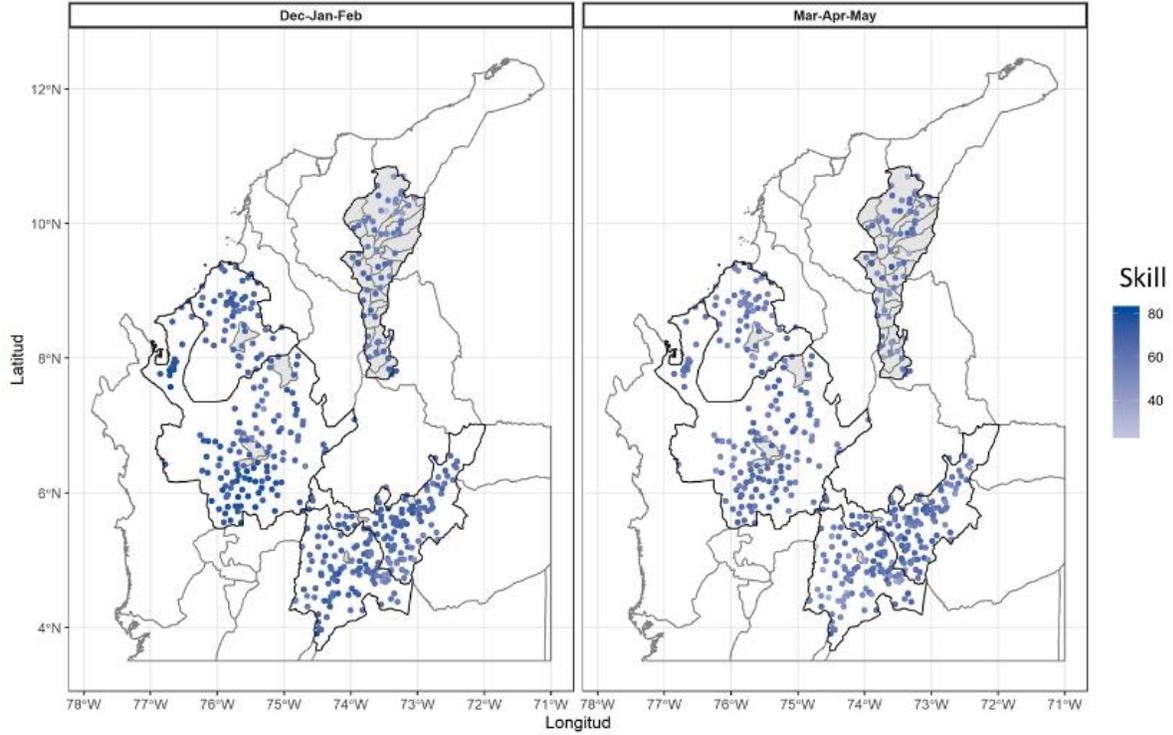
La socialización de los servicios climáticos despierta la inquietud de la gente sobre la vinculación de los conocimientos agrícolas a los del clima, el siguiente paso puede ser la concertación de mesas técnicas agroclimáticas donde pueda generarse ese vínculo.

## Anexos

**Anexo 1.** Desempeño promedio por zona de los modelos de predicción climática, medido con el goodness index (coeficiente de correlación de Kendall). Las barras ‘all’ indican que se usó como dominio del predictor todo el trópico, mientras que las barras ‘opt’ indican el uso de un dominio del predictor optimizado.



**Anexo 2.** Mapa de desempeño de las predicciones climáticas medido con el Goodness Index (coeficiente de correlación de Kendall).



**Anexo 3. Tweets individuales de la socialización en cada municipio de la gira agroclimática.**

Tweet id	Tweet permalink	time	impressions	engagements
1.20561E+18	<a href="https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1205610573704179712">https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1205610573704179712</a>	2019-12-13 22:08 +0000	229	19
1.2055E+18	<a href="https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1205503575104933894">https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1205503575104933894</a>	2019-12-13 15:03 +0000	235	14
1.20516E+18	<a href="https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1205156197357281280">https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1205156197357281280</a>	2019-12-12 16:03 +0000	2030	60
1.20452E+18	<a href="https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1204521828804386817">https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1204521828804386817</a>	2019-12-10 22:02 +0000	277	36
1.20443E+18	<a href="https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1204430059576184832">https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1204430059576184832</a>	2019-12-10 15:57 +0000	1845	32
1.20416E+18	<a href="https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1204160947264339973">https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1204160947264339973</a>	2019-12-09 22:08 +0000	321	25
1.20298E+18	<a href="https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1202975338420195328">https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1202975338420195328</a>	2019-12-06 15:37 +0000	2027	97
1.20261E+18	<a href="https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1202614331407552518">https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1202614331407552518</a>	2019-12-05 15:42 +0000	483	45
1.20189E+18	<a href="https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1201893228385046533">https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1201893228385046533</a>	2019-12-03 15:57 +0000	1563	33
1.20161E+18	<a href="https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1201605387365109761">https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1201605387365109761</a>	2019-12-02 20:53 +0000	153	10
1.20154E+18	<a href="https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1201544204540874757">https://twitter.com/jrodriguezesp/status/1201544204540874757</a>	2019-12-02 16:50 +0000	186	21
TOTAL			9349	392

**Anexo 4. Metodología aplicada en las socializaciones de maíz en Garzón y Aguachica**

La socialización consistió en las siguientes cuatro partes:

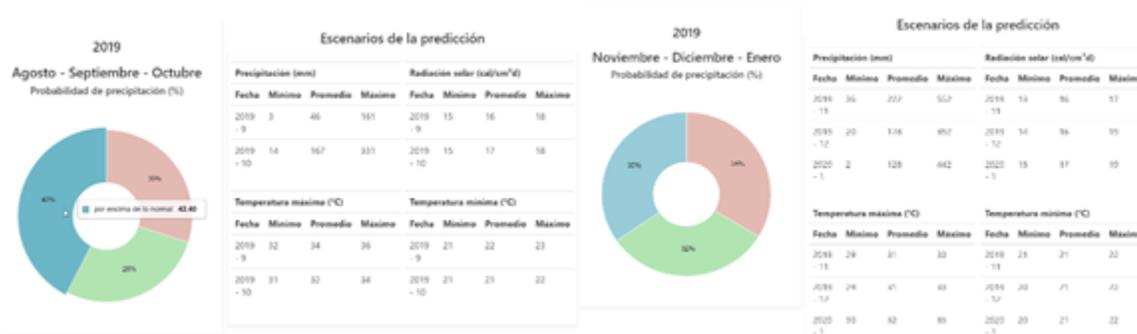
**Parte 1.** Para poder explicar los servicios climáticos se debe hacer un consenso de los conceptos de clima y modelos de cultivo, en los que se basan. Los conceptos a aclarar fueron:

- Conceptos de clima, tiempo, probabilidad y pronósticos climáticos.
- Fisiológicos: desarrollo vegetal y respuestas al ambiente del cultivo de maíz.

**Parte 2.** Breve descripción del funcionamiento de la plataforma; como se generan los pronósticos climáticos y como se integran al modelo de cultivo.

**Parte 3.** Socialización de los resultados de la plataforma a nivel local.

(a) Probabilidades del clima



(b) Calendarios y gráficos de rendimientos

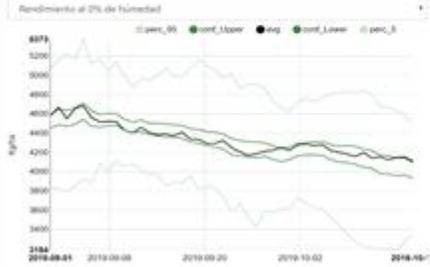


(c) Rendimiento promedio y su variación



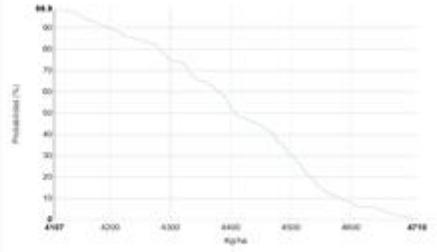
**Nivel de confianza del pronóstico**

Este gráfico muestra el nivel de confianza del pronóstico de rendimiento potencial según la fecha de siembra, calculada a partir de distintos escenarios (climáticos). La línea negra es el promedio de rendimiento potencial para cada fecha de siembra (corresponde al valor presentado en el calendario), la franja verde oscura corresponde a un intervalo de confianza del 95% (alta probabilidad) y la franja verde clara corresponde a extremos (baja probabilidad) del rendimiento potencial esperado en cada fecha.



**Probabilidades de excedencia**

En la siguiente gráfica usted podrá ver cuales son las probabilidades de excedencia de acuerdo al rendimiento potencial promedio.



**Parte 4.** Navegabilidad de la plataforma: Presentar los diferentes bloques de la plataforma, como encontrar e interpretar los 3 gráficos claves. En esta sesión se realizó una evaluación de usabilidad de la plataforma.