



Inteligencia de negocios aplicada a la productividad del maíz

Julián-Camilo Serna-Vargas¹

Juan-José Camargo-Vega²

Fecha de recepción: 24 de mayo de 2020

Fecha de aprobación: 30 de julio de 2020

Resumen

La presente investigación se realizó con información de los años 2011 a 2017 sobre la evaluación agropecuaria del departamento de Boyacá, publicada en la página de datos abiertos de Colombia. El municipio evidencia que los terrenos donde se cultiva el maíz van cambiando la producción del área cosechada, resultando en una diferencia en el rendimiento semestral. Se identificó que la causa del problema consistía en que la productividad del cultivo de maíz varía cada semestre, dependiendo del área sembrada y de la altura del terreno donde se siembra. Se planteó como objetivo fundamental el poder determinar, por medio de herramientas de Inteligencia de Negocios, la relación entre la producción del área cosechada de maíz y la altura a la cual se sembró. Respecto al diseño de la investigación, se determinó de tipo no experimental, pues no se modificaron las variables previamente definidas. Asimismo, está basada en el diseño transversal, debido a que la información requerida se toma en un único momento de la investigación. La muestra fue probabilística, donde cada elemento de la muestra puede ser seleccionado.

¹ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja-Boyacá, Colombia).
julian.serna@uptc.edu.co.

² Ph. D. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja-Boyacá, Colombia).
jjcamargovega@uptc.edu.co

Palabras clave: altitud; datos abiertos; inteligencia de negocios; producción.

Business Intelligence Applied to Corn Productivity

Abstract

The following research was developed in the town of Tasco, Boyacá, with information retrieved from Colombia's open data webpage on agricultural evaluation from 2011 to 2017. The town evidences that corn growing fields are changing the harvested area production, altering the performance rendered per semester. The cause of this problem is that the corn growth productivity varies each year, depending on the seeded area and the altitude of the terrain. One of the main objectives is to determine the connection between the production of the harvested corn area and the altitude in which it was harvested, using business intelligence tools. The investigation's design was non-experimental, since previously established variables were not modified. In the same way, the investigation is based on a cross-sectional design, because the required data was retrieved in a single moment during the investigation. Using probability sampling, each element from the sample can be selected.

Keywords: altitude; business intelligence; open data; production.

Para citar este artículo:

Serna-Vargas, J.-C., & Camargo-Vega, J.-J. (2020). Inteligencia de negocios aplicada a la productividad del maíz. *Pensamiento y Acción*, 29, 41-62

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0



Introducción

Boyacá se caracteriza por su vasta extensión de tierras donde se cultiva, siendo ésta una de las actividades económicas más importantes de la región. Conocida principalmente por su producción de papa y café, la región también se hace partícipe con el cultivo del maíz tradicional. Actualmente, el modelo de cultivo que se maneja sigue siendo tradicional, esto significa que las áreas sembradas no son de gran extensión ni son tecnificadas, lo cual dificulta el trabajo del agricultor con el cultivo y afecta el rendimiento que va a tener como retribución. Intentando ayudar al agro boyacense, se tiene como objetivo evaluar la producción de maíz por medio de una herramienta de inteligencia de negocios, para encontrar una relación entre la altitud con la producción del grano. Este objetivo se va a desarrollar analizando los datos de la evaluación de productividad del municipio de Tasco Boyacá entre 2011 y 2017, por medio de la herramienta ya mencionada. Se espera que el resultado de la beneficiará al municipio con información para la toma de decisiones.

En la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Tunja, se realizará investigación con respecto a la productividad del sembrado de maíz (entre los años 2011 y 2017, en el municipio de Tasco) durante doce (12) semanas del primer semestre académico del 2019. En reportes publicados en la página de datos abiertos de Colombia sobre la evaluación agropecuaria del departamento de Boyacá, el municipio evidencia que, en los terrenos donde se cultiva el maíz (transitorios o permanentes), va cambiando la producción del área cosechada, resultando en una diferencia en el rendimiento que existe por semestre. Asimismo, la productividad del cultivo de maíz varía su resultado semestral en función de la altura a la cual es sembrado.

Teniendo en cuenta lo anterior, existe la posibilidad de que en un futuro se presenten casos como la baja en la productividad del cultivo de maíz en el área sembrada, a causa de no evaluar los reportes de años anteriores para tomar acciones correctivas en los cultivos.

Una posible solución es identificar la relación que se forma con la altitud a la cual es realizado el cultivo de maíz, para determinar qué decisiones se pueden tomar para obtener una mejor producción, a partir del uso de la inteligencia de negocios.

La presente investigación compara la ubicación de los cultivos de maíz, para establecer una relación como la descrita anteriormente. En el año 2011, cuando empiezan los datos recolectados, Colombia ocupaba el puesto 47 a nivel mundial en el cultivo de maíz, con una producción de 1'480.270 toneladas (Agroinsumos S.A.S-, 2018). En el año 2014 se cosecharon más de 10.525 hectáreas en toda la región de Boyacá, con una participación del 7% a nivel nacional, posicionándolo como uno de los principales cultivos de la región (Minagricultura, 2014). Para evaluar producción y rendimiento del cultivo, se escogió la evaluación agropecuaria del municipio de Tasco. Los resultados que se obtienen de la investigación van a ser de beneficio para los productores de maíz, teniendo una base investigativa para la toma de decisiones respecto al mejoramiento de la producción. Se espera beneficiar a la región y a las familias del departamento que viven de este cultivo. En el ámbito de gobierno, la investigación sería un apoyo para la construcción de estrategias departamentales para el sector agrario. De la misma forma, es un primer paso para que estudiantes e investigadores participen activamente en la evaluación y desarrollo de estrategias para la agricultura de la región, fomentando el uso de datos abiertos y dando un valor agregado a la información proveniente del portal del país.

Trabajos Preliminares

A continuación se presentan los trabajos más relevantes encontrados sobre el objeto de estudio a nivel internacional.

Estrategias de abasto de maíz de los hogares campesinos en el municipio de Atlangatepec, Tlaxcala

Como objetivo de la investigación se propuso “Analizar las estrategias de abasto de maíz en los hogares campesinos, tomando como referencia al municipio de Atlangatepec en el estado de Tlaxcala” (Pérez-Sánchez, Hernández-Cortés, y Carmona, 2017). La metodología implementada por el autor fue realizar un análisis documental y recolectar información de campo, que comprendía entrevistas y

encuestas a los campesinos del municipio e informantes claves del sector. La investigación tiene las siguientes conclusiones:

- Las estrategias de abasto de maíz de los hogares campesinos de Atlangatepec están caracterizadas por la disponibilidad de tierras agrícolas, la producción de maíz en la unidad doméstica, la compra de maíz en el mercado local y las condiciones climáticas.
- Las condiciones climáticas influyen en la instrumentación de las estrategias de abasto de maíz; al menos hay evidencias empíricas de que los hogares campesinos pueden cambiar de estrategia de un año a otro, dependiendo de la cantidad y distribución de la lluvia y de la incidencia de heladas.
- Se recomienda implementar acciones de política pública que puedan fortalecer las estrategias de abasto de maíz en términos de seguridad y soberanía alimentaria: entre ellas, se puede destacar la innovación tecnológica a través de mejoramiento genético del maíz criollo blanco y consolidar circuitos de producción y comercialización de maíz y, en general, de alimentos de consumo humano, priorizando la producción local.

Lo anterior ayuda a la investigación para entender que existe una relación entre las variables de terreno con los resultados de la producción, resaltando el uso de tecnologías para su evaluación y mejoramiento (Pérez-Sánchez, Hernández-Cortés, y Carmona, 2017).

Fertirrigación inteligente, pilar de una agricultura sostenible

El objetivo que traza la investigación es brindar herramientas para tener información de una manera rápida y confiable que permita la adaptabilidad necesaria de las condiciones agroclimáticas cambiantes. La metodología que emplea el autor es “Una combinación de metodologías ágiles: Scrum para la gestión del proyecto; y XP para el desarrollo, empleando el Desarrollo Dirigido por Pruebas” (Almeida, Lorenzo y Cosme, 2017).

La investigación obtuvo las siguientes conclusiones:

1. Se presentó un sistema informático que posibilita la irrigación asistida por software, a través de la configuración rápida y confiable los equipos de riego presentes en Cuba, y que constituye un paso fundamental en la implantación de prácticas relacionadas con la agricultura de precisión.
2. A partir de estos resultados, se impone como trabajo futuro la incorporación de técnicas de inteligencia artificial que contribuyan a la toma de decisiones en el proceso de elaboración de los planes de riego.

Esto ayuda en la presente investigación para dejar evidencia del uso de la tecnología para recepción de datos de las condiciones agroclimáticas de la región y del suelo, con el fin de obtener el máximo aprovechamiento de toma de decisiones.

Producción de maíz en Sinaloa, México, y sus implicaciones para el medio ambiente

El objetivo que trata la investigación es analizar la evolución de la producción de maíz blanco en Sinaloa y sus implicaciones para el ambiente, derivadas de la sustitución de cultivos. La metodología empleada para el desarrollo de la investigación fue el cálculo del número índice de crecimiento de la producción y la superficie sembrada de maíz, por grupos de cultivos y los cinco cultivos básicos en Sinaloa. Como conclusiones, el autor dice que “el mayor porcentaje de producción de maíz se obtiene en el ciclo otoño-invierno, que requiere mayor tecnificación, y mayores prácticas tecnificadas intensifican los impactos ambientales” (Cruz y Leos, 2019). Como aporte a la investigación, explica el problema ambiental al cual se enfrentan con la producción del maíz en Sinaloa, evaluando el crecimiento en producción, esto, poniendo en balanza la tecnificación de la agricultura en función de la productividad (Cruz y Leos, 2019).

Producción y calidad de semilla de maíz en valles altos de México

El objetivo del trabajo fue incrementar la productividad de maíz en los Valles Altos de México, en los campos experimentales Valle de México y Bajío del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Como metodología, el investigador realizó un análisis estadístico con datos de cultivos en la localidad de Coatlican, evaluando la calidad física y fisiológica de la semilla. Las conclusiones de la investigación van implícitas en los resultados del estudio, plasmando el rendimiento potencial de la semilla en las distintas zonas de evaluación. El aporte que brinda a la investigación es demostrando, con resultados, el éxito de vincular estudios estadísticos a la producción del maíz, definiendo parámetros que contribuyen a un rendimiento óptimo de los cultivos (Virgen-Vargas et al. 2016).

Productividad de semilla y adopción del híbrido de maíz H-520, en el trópico de México

Los objetivos con los cuales se desarrolló la investigación fueron:

- Conocer el rendimiento y las características agronómicas del híbrido de maíz H-520 y de sus progenitores desde el punto de vista de la producción comercial de semilla.
- Dar a conocer a los agricultores, agentes de cambio y productores de semilla las ventajas del híbrido y de sus progenitores.
- Estimar el grado de adopción y el impacto que se tiene con él en el sureste mexicano.

La metodología usada para la investigación fue experimental debido al desarrollo que se tuvo en la investigación, la cual correspondió al cultivo y toma de datos de la semilla de maíz. Como conclusiones se tiene que:

- La producción de semilla certificada con el híbrido H-520 por parte de la industria semillera, representa una actividad rentable en la obtención de ingresos económicos y una fuente importante generadora de empleo.
- Las actividades de investigación, validación, producción de semilla y la transferencia de tecnología para los agricultores, agentes de cambio y los

productores de semilla permitieron el conocimiento y la adopción del híbrido H-520.

Como aporte a la investigación, define el método para evaluar el rendimiento del cultivo, haciendo uso de la tecnología para hacer la recolección de datos y más adelante su evaluación, expresando su interés en ayudar a la comunidad por medio de este tipo de investigaciones (Flavio et al., 2016).

Inteligencia de negocios aplicada a cultivos agropecuarios

El objetivo principal del trabajo de grado fue diseñar y construir una solución informática de inteligencia de negocios centrada en las necesidades de información de ventas y seguimientos post ventas de híbridos de maíz que poseen los encargados de la toma de decisiones estratégicas de la empresa Costa & Compañía SA, brindando así un marco de certidumbre y objetividad que respalden sus futuras acciones y estas no dependan de las personas que ocupen el cargo, sino del rol que cumplan dentro de la empresa.

El autor del trabajo concluye de manera exitosa el desarrollo del sistema que soluciona los sectores críticos de la empresa (operacionales, analíticos y estratégicos). Como aporte a la investigación, el autor desarrolla una descripción detallada de las herramientas y técnicas que, por medio de una inteligencia de negocios a los cultivos, llega a tener de forma actualizada, sin pérdida y clara información de los estados de los cultivos, dando paso a la toma de decisiones efectivas y acertadas para obtener una mejor producción (Costa 2012).

Conceptualización

Para el desarrollo y entendimiento del presente proyecto resulta fundamental aclarar algunos conceptos teóricos, mostrados a continuación.

Datos abiertos

Organizaciones públicas crean, almacenan y esparcen una gran variedad de información, que va desde datos demográficos, económicos y geográfico, hasta meteorológicos (Ren y Glissmann, 2012). Se definen los datos abiertos como:

Un enfoque para gestionar los datos de manera que permite el libre flujo estructurado de información no sensible a aquellos que tienen necesidad o interés en utilizarla, tanto dentro de las agencias gubernamentales como entre ellas, y al público en general. Permite que diferentes tipos de usuarios accedan, organicen y utilicen los datos de manera que tengan sentido para ellos. (Cortada, Nix, y Reyes, 2011).

En Colombia, la Ley 1712 de 2014 sobre transparencia y acceso a la información pública nacional define los datos abiertos como:

Todos aquellos datos primarios o sin procesar, que se encuentran en formatos estándar e interoperables que facilitan su acceso y reutilización, los cuales están bajo la custodia de las entidades públicas o privadas que cumplen con funciones públicas y que son puestos a disposición de cualquier ciudadano, de forma libre y sin restricciones, con el fin de que terceros puedan reutilizarlos y crear servicios derivados de los mismos (Congreso de la República, 2014).

Esta información es dispuesta en formatos para su uso y reutilización bajo licencia abierta y sin restricciones legales. El tipo de licencia es abierta tipo Creative Commons (CC), en este caso se usa la Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0), que permite hacer uso, transformación, distribución, redistribución, reutilización, compilación, extracción, copia, difusión, modificación y/o adaptación de los datos abiertos, citando siempre la fuente (Anon, n.d.). En la actualidad, más de 30 países y organizaciones internacionales hacen uso de estas licencias para compartir sus datos, en el caso de Colombia se señala que:

No será responsable de la utilización o transformación de los mismos datos, ni tampoco de daños sufridos o pérdidas económicas que, de forma directa o indirecta, produzcan o puedan producir perjuicios económicos, materiales o sobre datos y aplicaciones, provocados por el uso y/o transformación de los datos (Rozo et al., 2019).

Esta manifestación regularmente la adopta la entidad en la plataforma de datos donde los dispone, en Colombia se encuentra en el Portal de Datos del Estado Colombiano. A menudo, los datos abiertos dispuestos por los gobiernos son

usados por las empresas para ser combinados con datos externos o privados, para crear productos y servicios innovadores. También sirven para el empoderamiento por parte del ciudadano que desea vincularse con el ecosistema de los datos abiertos, dando uso y distribución a los datos, generando una cultura de participación ciudadana.

Inteligencia de negocios

La inteligencia de negocios (BI, por sus siglas en inglés) es el conjunto de metodologías, aplicaciones y tecnologías para que diferentes tipos de organizaciones tomen las decisiones basadas en información precisa y oportuna (Rosado Gómez y Rico Bautista, 2010). Esta disciplina integra información proveniente de diversas fuentes con el fin de entregar información útil para la toma de decisiones. Los datos se pueden manejar de manera estructurada o no estructurada, esto va en función de la organización y la forma de recolección de la información por parte de las empresas (Richards et al., 2019; Rodríguez Rojas, 2017). El término tiene sus inicios con Luhn en 1958, cuando se utilizó Business Intelligence System para hablar de un sistema informático capaz de captar información y diseminarla de manera adecuada. A partir de los años 1990, fue adoptado en las empresas y en las organizaciones para generación de informes, procesamiento analítico, minería de datos, gestión de rendimiento y análisis predictivo (Pascal et al., 2017).

Definir la BI es también hablar de una arquitectura, tecnología capaz de satisfacer las necesidades operativas de las empresas. Una arquitectura típica se muestra en la Figura 1, comenzando por una fuente de datos los cuales son externos o internos de las empresas.

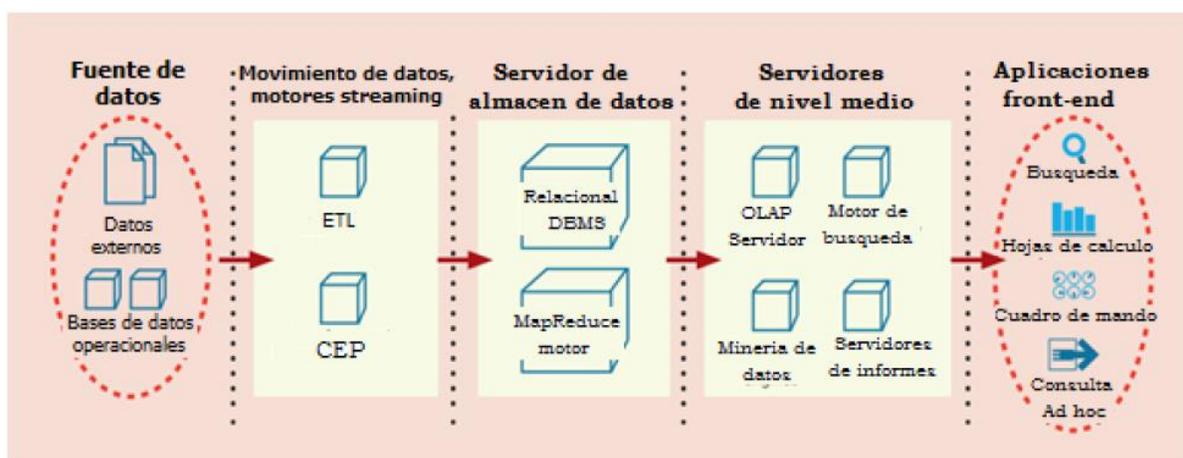


Fig. 1. Arquitectura típica de inteligencia de negocios (Rodríguez Rojas, 2017).

Para asegurar la calidad de los datos, se continua con los procesos ETL (Extracción, Transformación y Carga), donde se integran los datos, se limpian y se estandarizan. El resultado de la fase anterior debe ser almacenado en servidores para su uso, pero estos servidores solo se encargan de su almacenamiento y no de su análisis. Para la siguiente parte se les denomina servidores de nivel medio, donde proporcionan funcionalidad para los escenarios de BI. Por último, se utilizan las aplicaciones *front-end*, donde se visualiza los informes en forma de gráficas y reportes.

Maíz

El cultivo de maíz es uno de los más grandes medios de producción agrícola nacional. Como se muestra en la Tabla 1, el 13% del área agrícola en Colombia se concentra en tres grupos.

Tabla 1. Distribución de la producción del maíz en el país. Con base en (Agroinsumos S.A.S., 2018).

Tipo de productores	Porcentaje	Hectáreas
Pequeños	60%	Hasta 10
Medianos	30%	Hasta 30
Grande	10%	Más de 30

De esta tabla se concluye que es un cultivo de pequeños productores. Desde el año 2010 y hasta 2017, a nivel nacional se cultivaron, en promedio, doscientos veinticuatro mil doscientos noventa (224.290) hectáreas, ocupando el tercer lugar en cultivos transitorios (Agroinsumos S.A.S., 2018).

Respecto a empleos, en el año 2018 se necesitaron ciento veintiséis mil (126.000) empleos, aproximadamente, en el cultivo del maíz. El departamento de Boyacá forma parte de este número con el cultivo del maíz amarillo tradicional, principalmente. Para el departamento donde predomina la economía campesina, se maneja el sistema de cultivo de maíz tradicional. En este caso, los suelos son de baja fertilidad, el tamaño de sembrado llega a ser menor a cinco (5) hectáreas; la mano de obra es familiar, principalmente, y el grado de mecanización es muy bajo, al igual que el de insumos químicos (Salgar, 2005). El rendimiento de este tipo de cultivo no es el más alto por el modo de operación que se maneja en su producción, y, en otros casos, no se utilizan semillas adecuadas para las condiciones del lugar (Castro et al., 2017)

Realizar el cultivo del grano contempla las siguientes características recomendadas para un mejor rendimiento del cultivo:

- En exigencias del clima, se requiere una temperatura de 25 a 30 °C, bastante incidencia de luz solar. La germinación de la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C. El grano puede llegar a soportar temperaturas mínimas de hasta 8 °C y a partir de los 30 °C pueden aparecer problemas.
- Como exigencias del suelo se recomienda un pH entre 6 y 7, que es a los que mejor se adaptan, y que tengan buena circulación del drenaje.
- Como características de la siembra, se deben seleccionar las semillas resistentes a enfermedades, virosis y plagas. Se siembra a una profundidad de 5 cm y la temperatura del suelo debe estar alrededor de los 12°C (Agroinsumos S.A.S., 2018).

Metodología

El presente trabajo se fundamenta en la investigación no experimental, debido a que no hay modificación de las variables. Se decide explicar la relación entre las

variables de altitud con la producción. Asimismo, está basada en el diseño transversal, debido a que la información requerida se toma en un único momento de la investigación. Con la información recolectada, el paso a seguir es analizarla y relacionarla con la variable dependiente, para esto se va a establecer el diseño correlacional causal, planteando que hay relaciones entre las variables de altitud y producción en la investigación.

La técnica de muestreo de la investigación es probabilística dirigida, debido a que los datos seleccionados son acordes a la investigación. La población a tomar son los datos de evaluación agropecuaria del departamento de Boyacá entre los años 2011 y 2017, correspondientes al maíz como producto de evaluación, así como documentos de producción agropecuaria en el municipio de Tasco.

La recolección de los datos se hace por medio del portal de datos abiertos de Colombia como fuente principal de información sobre terreno, ubicación, producción y rendimiento de los cultivos. La información sobre la altitud del terreno se realiza por medio de un API (Interfaz de programación de aplicaciones) de geolocalización de Google, usando los datos de ubicación recolectados anteriormente.

Resultados

Para realizar el análisis de la productividad del cultivo de maíz, se utilizó la herramienta de inteligencia de negocios PowerBI de Microsoft, con ella se graficaron y analizaron los datos recolectados para el desarrollo de la investigación.

Como primera parte, se tomaron ciento setenta (170) zonas de cultivo pertenecientes al municipio de Tasco. En la Figura 2 se observan los puntos donde se encuentran, esta ubicación se tomó de los datos recolectados.

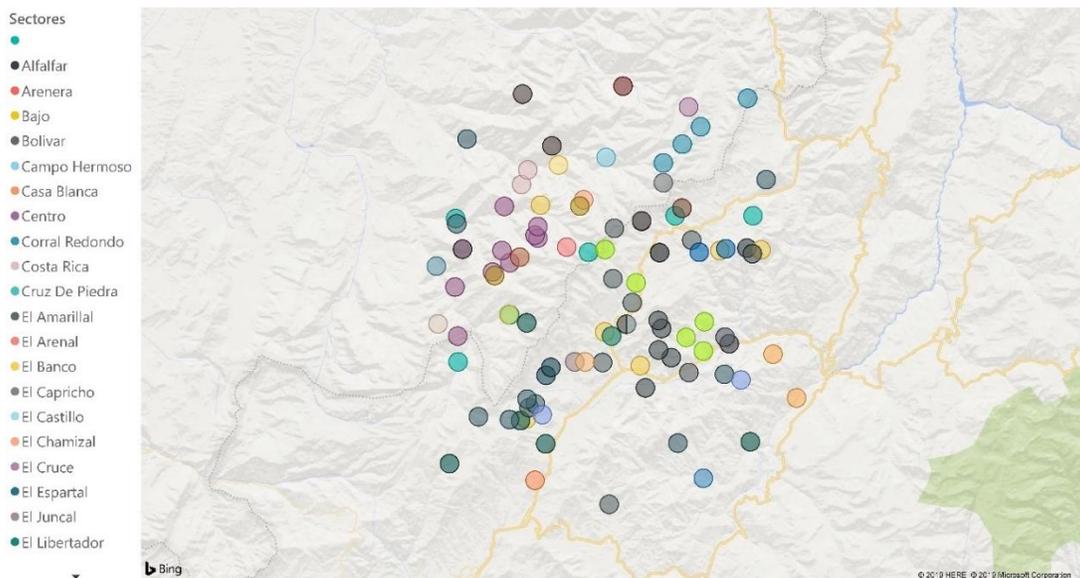


Fig. 2. Mapa de zonas de cultivo de maíz.

En el lado izquierdo de la Figura 2 se hallan los nombres con los cuales se conocen los cultivos y fueron asignados en el conjunto de datos publicado. Cada uno de los colores es la representación que tienen en el mapa, en algunos casos se repite el color debido a que el sector en el cual se ubica el cultivo puede pertenecer a la misma vereda que otro, y familias de la zona pueden tener más de una a su cargo. Todos estos lugares manejan el sistema de cultivo de maíz tradicional, con un tipo de explotación extensiva. Esta definición hace referencia a que muchas veces no se usa la semilla adecuada, el terreno no se prepara de manera correcta, y no se tiene la inversión necesaria para el mantenimiento del área sembrada.

La información que se tiene de cada una de las zonas se muestra en la Tabla 2, con estos datos se desarrolló el análisis para la investigación. Los datos corresponden a las zonas de cultivo seleccionadas, desde el 2011 hasta 2017.

Tabla 2. Datos de la zona de cultivo.

Zona de Cultivo	Nombre Sector
	Latitud (Metros)
	Longitud (Metros)
	Altitud (Metros)
	Área Sembrada (Hectáreas)
	Área Cosechada (Hectárea)
	Producción (Toneladas)
	Rendimiento (Toneladas / Hectáreas)

Los datos de altitud se recolectaron por medio de la herramienta de Google Cloud Platform, el servicio de Maps Elevation API (Google, 2019), donde, ingresando la latitud y longitud del lugar, retornaba la altitud. El rendimiento viene del resultado de dividir la producción con el área cosechada.

Análisis de producción por año del cultivo

El primer análisis que se realizó fue evaluar la producción del cultivo por año, esto realizando la sumatoria de los datos y agrupándolos en tres (Área Sembrada, Área Cosechada y Producción). En la Figura 3 se muestra por medio de un gráfico de barras la información por año.



Fig. 3. Total producción por año del maíz.

Como se observa en la Figura 3, a partir del año 2013 empezó a bajar el área sembrada, teniendo un punto mínimo en el año 2016, con 78 hectáreas. El área cosechada o recolectada nunca es igual al área sembrada, esto es debido a las pérdidas que tienen los agricultores; las causas pueden incluir factores externos como el clima, la lluvia o problemas internos. Para los años 2015 y 2017, se tienen valores donde la producción fue superior al área cosechada, aunque, para el año

2017, bajó el área sembrada en el municipio. Entre los años 2011 y 2012, se mantuvieron las mismas hectáreas sembradas, pero con cambios en su producción y área cosechada. Los cambios que se llegan a presentar pueden ser por el bajo precio pagado al agricultor, y enfermedades que puede tener el cultivo que no fueron atendidas. Para el periodo de 2014 a 2017, el área cosechada es mayor al área sembrada, aunque la diferencia es mínima, lo que puede ser por error al tomar las medidas del terreno.

Análisis de rendimiento por año del cultivo

Realizado el análisis de la producción por años, se evaluó el rendimiento que se tuvo. En la Figura 4 se evaluó, por medio de un gráfico de barras, la producción promedio que se tuvo en cada año. Al ser un tipo de cultivo tradicional, el rendimiento que se tiene no es el óptimo, pero al ser un gran número de familias y/o agricultores que viven de este cultivo (en el caso de este municipio, 170), se puede llegar al objetivo tomando como un todo la producción del municipio.

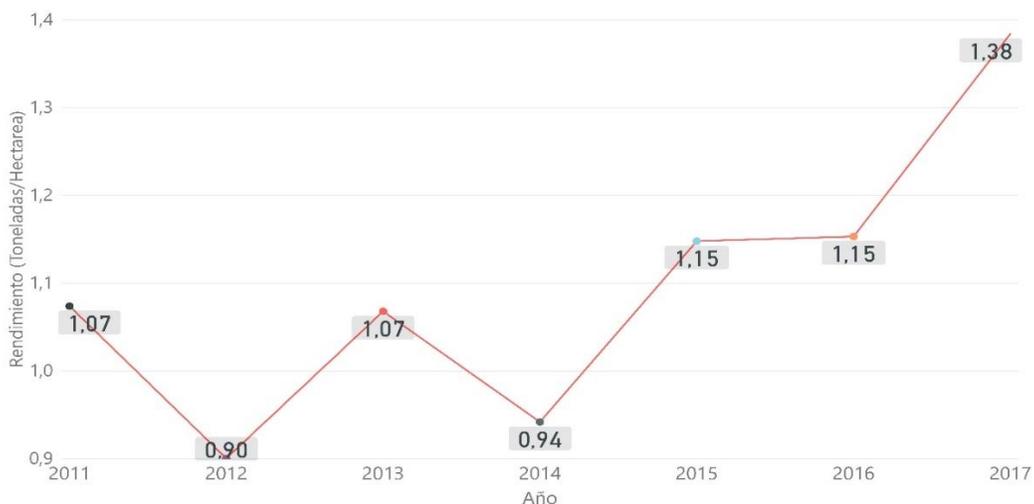


Fig. 4. Rendimiento de los cultivos por año.

Como se observa, el rendimiento por hectárea en cada uno de los años va en el rango de 0.9 a 1.38 toneladas, teniendo su punto máximo en el año 2017, aunque, como se observa en la Figura 3, el área sembrada disminuyó a 111 hectáreas. Esto representa una diferencia de más de 100 hectáreas en comparación con el año 2013

y anteriores, pero un aumento de 30 hectáreas en comparación con 2016. La causa son los cambios que presentó el cultivo, así como el apoyo por parte del gobierno municipal para los agricultores de la zona. El promedio de rendimiento en los años 2011 a 2017 es de 1.25 toneladas por cada hectárea sembrada.

Análisis de rendimiento en función de la altitud

Evaluando la producción y el rendimiento, se prosigue a desarrollar la Hipótesis propuesta, en la cual se plantea si se encuentra relación entre la altura a la cual se sembró y el rendimiento que se obtuvo para esos años. Para este análisis se optó por un gráfico de áreas, tal como se ve en la Figura 5. Aquí se promedia cada uno de los rendimientos en función de la altitud a la cual se encuentra el cultivo, sumándolos por año, para obtener cuál es la altitud que puede ser óptima para cultivar el maíz en el municipio.

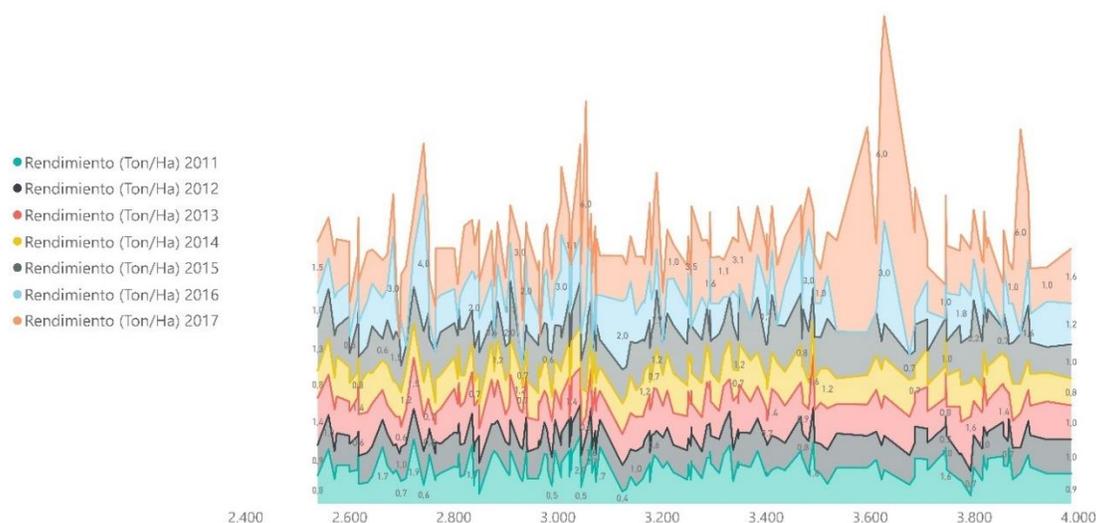


Fig. 5. Producción de maíz por altitud.

Como se observa en la Figura 5, sumando los rendimientos por año en cada una de las zonas de cultivo, se evidencian tres (3) picos principales: el primero a 3.050 metros sobre el nivel del mar, donde se presenta que la zona alrededor tuvo un buen rendimiento, aumentando para el año 2017. El segundo se encuentra en 3.880 metros de altura, donde no muchos cumplen con buen rendimiento, pero sigue

teniendo un resultado considerable. Estas zonas no tenían un rendimiento muy elevado, pero a partir del año 2015, disminuyó el área sembrada, y aumentó su producción. De acuerdo con la Figura 5, se observan los mejores resultados entre las altitudes correspondiente a 3.480 y 3.888 metros. Estas se refieren a 33 zonas de cultivo que destacan, teniendo un pico de 11.28 toneladas recolectadas en los siete (7) años. En la Figura 6 se tiene información más detallada de estas zonas donde el rendimiento fue el más alto en estos años.

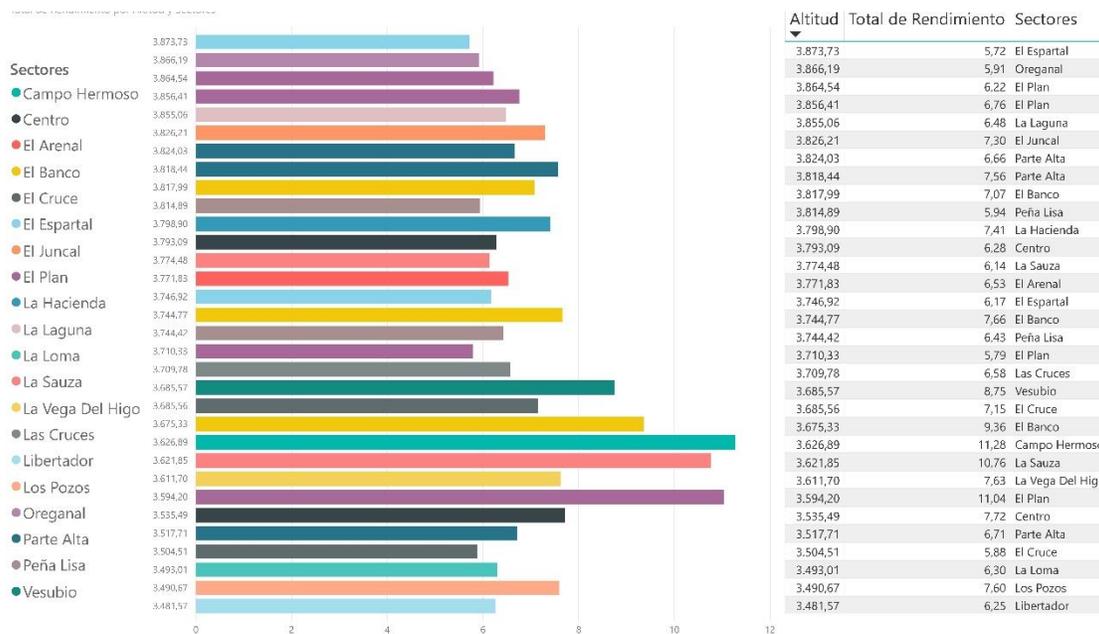


Fig. 6. Rendimiento por zona de cultivo.

Tal como en la Figura 5, se observa la gráfica donde resaltan las zonas con mejor producción, en función de la altitud. En la Figura 6 se tienen los números y la tabla correspondiente a los datos cuantificados de la evaluación de rendimiento realizada en la zona. Por último, la zona que pertenece a 3.600 metros es el lugar con mejores resultados en los siete (7) años, manteniendo picos en el rendimiento que tenían los terrenos ubicados en esta zona. Esto demuestra que la altitud a la cual se siembra es un factor relevante para predecir cuánto sería el resultado en área cosechada y producción en el futuro.

Conclusiones

La evaluación que se realizó a los cultivos de maíz pertenecientes al municipio Tasco, por medio de la inteligencia de negocios, se hace para tener claridad del estado en el que se encuentra un sector productivo del municipio. Se ocupó la información que se encuentra disponible en las páginas de gobierno o portales de datos abiertos de Colombia, creadas para que los ciudadanos participen en la construcción y evaluación con estudios e investigaciones que aporten a las problemáticas de la región.

Como respuesta a la pregunta de investigación, se encontró una relación entre la productividad de hectárea cosechada y la altura a la cual fue sembrada. Las zonas de cultivo que se encontraban entre los 3.400 y 3.800 metros sobre el nivel del mar presentaron mayor rendimiento, destacando un pico en los 3.680 metros; esta altura se puede tomar como la óptima para el cultivo de maíz en el municipio. Con los resultados, se cumple la hipótesis positiva planteada, donde se sugiere relación entre las dos variables presentadas inicialmente. La investigación no lo plantea, pero los factores como el terreno, clima y tipo de semilla influyen también en el rendimiento del cultivo.

Realizando el análisis de los datos de producción entre los años 2011 y 2017, de las zonas de cultivo presentes en el municipio, se ve un descenso en su siembra y rendimiento. Algunas de las zonas que dejaron de sembrar presentan problemas de enfermedades en el cultivo y bajo precio pagado al productor, desalentando al agricultor que vive de esta labor. Esto es una alerta para la alcaldía del municipio y la gobernación, porque demuestra que no tienen un seguimiento o control de este sector productivo. Para evitar que este problema siga en aumento, se debe brindar ayuda a los agricultores por medio de recursos y capacitaciones, para que no disminuya la producción. Por el contrario, se espera que ofreciendo esta asistencia se puedan mejorar las zonas de sembrado y llegar a destacar al municipio como productor a nivel de la región.

La herramienta de inteligencia de negocios usada para el análisis de los datos recolectados entregó, por medio de gráficos, el panorama sobre el cultivo de maíz

en el municipio. Se establecieron también relaciones entre producción y ubicación, logrando obtener una base sólida para la toma de decisiones.

Como trabajo futuro se espera seguir aportando herramientas para la toma de decisiones de los sectores productivos, por medio de las TI, siendo la base los datos abiertos. Esto impulsa la cultura de participación ciudadana, la evaluación y difusión de la información, para conseguir el compromiso por parte del gobierno de subir cada vez más y mejores datos.

Referencias

- Agroinsumos S.A.S. (2018). Leguminosas. <http://www.agroinsumossa.com/cultivo-del-maiz-encolombia/>
- Almeida, E., Lorenzo, E., & Cosme, E. (2017). Fertirrigación Inteligente, Pilar de una Agricultura Sostenible. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 11(3), 36-49
- Castro, R. E., Sierra, E., Mojica, J. E., Carulla, J. E., & Lascano, C. E. (2017). Efecto de Especies y Manejo de Abonos Verdes de Leguminosas en la Producción y Calidad de un Cultivo Forrajero Utilizado en Sistemas Ganaderos del Trópico Seco. *Archivos de Zootecnia*, 66(253), 99-106. <https://doi.org/10.21071/az.v66i253.2131>
- Congreso de la República (2014). Ley 1712 De 2014. Bogotá D. C., Colombia
- Cortada, J. W., Nix, V. A., & Reyes, L. C. (2011). Opening Up Government: How to Unleash the Power of Information for New Economic Growth. IBM Institute for Business Value
- Costa, M. (2012). Inteligencia de Negocios Aplicada a Cultivos Agropecuarios (Tesis de grado). Universidad Siglo 21, Argentina. <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/handle/ues21/11322>
- Cruz, D., & Leos, J. A. (2019). La Producción de Maíz en Sinaloa, México, y sus Implicaciones para el Medio Ambiente. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (25), 100-118. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.25.2019.3705>
- Flavio, A., & Noel, O., (2016). Productividad de Semilla y Adopción del Híbrido de Maíz H-520 en el Trópico de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13, 19-32. <https://doi.org/10.22231/asyd.v13i1.286>
- Google (2019). Maps Elevation Api. Google Maps Platform. <https://developers.google.com/maps/documentation/elevation/intro>
- Microsoft (2019). Power BI Desktop. <https://www.microsoft.com/eses/download/details.aspx?id=45331>
- Minagricultura (2014). Evaluaciones Agropecuarias Municipales. Bogota D.C., Colombia
- Pascal, G., Grillo, E., Servetto, D., & Redchuk, A. (2017). Sistema de Apoyo a las Decisiones (DDS) para la Productividad de las Universidades: Implementación de Tableros de Control. En: XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación 349-353

- Pérez-Sánchez, A., Hernández-Cortés, C., & Carmona, J. L. (2017). Estrategias de Abasto de Maíz de los Hogares Campesinos en el Municipio de Atlangatepec, Tlaxcala. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 14(1), 1-13. <https://doi.org/10.22231/asyd.v14i1.520>
- Ren, G. J., & Glissmann, S. (2012). Identifying Information Assets for Open Data: The Role of Business Architecture and Information Quality. En: *IEEE 14th International Conference On Commerce And Enterprise Computing*, 94-100. <https://doi.org/10.1109/cec.2012.23>
- Richards, G., Yeoh, W., Loong Chong, A. Y., & Popovič, A. (2019). Business Intelligence Effectiveness and Corporate Performance Management: An Empirical Analysis. *Journal of Computer Information Systems*, 59(2), 188-196. <https://doi.org/10.1080/08874417.2017.1334244>
- Rodríguez Rojas, L. A. (2017). *Metamodelo para Integración de Datos Abiertos Aplicado a Inteligencia de Negocios (Tesis de Grado)*. Universidad de Ovideo, España
- Rosado Gómez, A. A., & Rico Bautista, D. W. (2010). Inteligencia de Negocios: Estado del Arte. *Scientia et Technica*, 16(44), 321-326
- Rozo, C., Medina, L., Escobar, N., Santofimio, A., & Aponte, C. (2019). *Guía para el Uso y Aprovechamiento De Datos Abiertos en Colombia*. Bogotá D. C., Colombia
- Salgar, L. M. (2005). *El Cultivo de Maíz en Colombia - Semillas*. <http://www.semillas.org.co/es/elcultivo-de-maz-en-colombia>
- Virgen-Vargas, J., Zepeda-Bautista, R., Avila-Perches, M. A., Espinosa-Calderón, A., Arellano-Vázquez, J. L., & Gámez-Vázquez, A. J. (2016). Producción y Calidad de Semilla de Maíz en Valles Altos De México. *Agronomía Mesoamericana*, 27(1), 191-206. <https://doi.org/10.15517/am.v27i1.21899>