

Puerto Rico: Densidad poblacional y reservas agrícolas afectadas por eventos de alta precipitación y periodos de sequía

Rosa M. Vargas, Manuel I. Ramos, Iván L. Fontáñez

Afiliación Académica, Otoño 2016: Universidad de Puerto Rico en Mayagüez

GEOL 5996-096

Prof. Fernando Gilbes Santaella

RESUMEN

Las condiciones del tiempo severas, han representado una amenaza para la población y las zonas agrarias. Son muchos los damnificados ante eventos ciclónicos, vaguadas, ondas tropicales, en fin, eventos de alta precipitación. Estos eventos afectan además, el sector agrícola, dejando en ocasiones pérdidas multimillonarias. No solo son los eventos de alta precipitación los que impactan de manera negativa a la población y al sector agrario, sino que los periodos de sequía representan una amenaza de igual magnitud para ambas áreas. Este trabajo se enfocó en utilizar ArcMap versiones 10.3 y 10.4 para hacer un estudio observacional de la Isla de Puerto Rico y determinar cómo las reservas agrícolas de los municipios con alta densidad poblacional se veían afectadas por condiciones severas del tiempo, debido a su cercanía a zonas bajo riesgo de inundación. Se estudió además como las reservas agrícolas se vieron afectadas por el periodo de sequía del 2015 y cuán próximas están estas reservas, a su vez, a zonas con alta probabilidad de incendios forestales. Las capas de información que fueron utilizadas en el proyecto incluyen: municipios de Puerto Rico, zonas bajo riesgo de inundación, reservas agrícolas, densidad poblacional, refugios, sequía del 2015 y riesgo de incendio forestal. Se estudiaron algunos pueblos costeros con mayor incidencia de densidad poblacional, reservas agrícolas y zonas bajo riesgo de inundación. Los municipios estudiados son: Cabo Rojo, Ponce, Arecibo, Naguabo y Toa Baja. Luego de observar detenidamente las capas sobrepuestas en el programa, se observó que los pueblos costeros son los más propensos a tener una mayor densidad poblacional y reservas agrícolas próximas a zonas bajo riesgo de inundación. Muchas de las reservas agrícolas de los pueblos costeros se encuentran propensas a ser impactadas por fuegos forestales. Para la sequía del 2015, se observó que muchas de estas reservas agrícolas también se vieron impactadas. Debido a la densidad poblacional en estos pueblos, se observaron los refugios disponibles para la comunidad ante eventos catastróficos. Se determinó que estos pueblos y sus agricultores deberían establecer planes que mitiguen el efecto que estos eventos puedan tener en ellos y en sus negocios. Los mapas elaborados para este proyecto podrían ser utilizados por estos municipios para evaluar su situación actual y tomar decisiones en caso de un evento catastrófico en el futuro cercano.

I. Introducción

Las condiciones del tiempo severas, así como los periodos de sequía, han representado una amenaza para la población y las zonas agrarias. Se espera que en un futuro los terrenos agrícolas, en especial aquellos en zonas tropicales, se vean aún más afectados con la ocurrencia del cambio climático (Nicholls y Altieri, 2015). Se espera además, que un alza en precipitación cause erosión de terreno, que afectará directamente a los cultivos (Nicholls y Altieri, 2015). Devereaux (2007), por su parte señala como los eventos de inundaciones y sequía pueden llevar a crisis alimenticia. En adición a los daños que ocasionan en la agricultura eventos de alta precipitación y sequía, estos también representan una amenaza inminente para la población. Este estudio observacional se centra en estudiar la isla de Puerto Rico y la susceptibilidad de sus reservas agrícolas y población a eventos de alta precipitación y periodos de sequía. En el presente año durante el mes de noviembre, según un publicado de Primera Hora, la Isla entró en estado de emergencia debido a la cantidad de precipitación recibida (Pacheco, 2016). El mismo artículo señaló que hubo pérdidas en agricultura que se aproximaban en \$12.9 millones de dólares y ni siquiera se trataba de un evento ciclónico.

García et al. (2015) define las reservas agrícolas como terrenos que se deben proteger para que “puedan ser utilizados en actividades agrícolas, para su conservación, proveer para su manejo adecuado, proteger los recursos naturales, históricos y culturales, preservar las cuencas hidrográficas, y los sistemas de riego y desagüe, que puedan ubicar en los mismos y para garantizar su utilidad como abasto de agua así como la recuperación de terrenos agrícolas”. Puerto Rico a pesar de tener el potencial de convertirse en un país con una fructífera producción agrícola, no produce la mayoría de los productos que consume su población. La primera gráfica en una de las publicaciones educativas, de la Dra. Myrna Pagán, resulta un tanto alarmante, ya que muestra que en la Isla poco más de 80% de los productos consumidos son importados (Figura 1) (Comas Pagán,

M., Accessed 2016). Por tal razón las reservas agrícolas de la Isla y las amenazas que enfrentan deben ser de suma importancia para el pueblo.

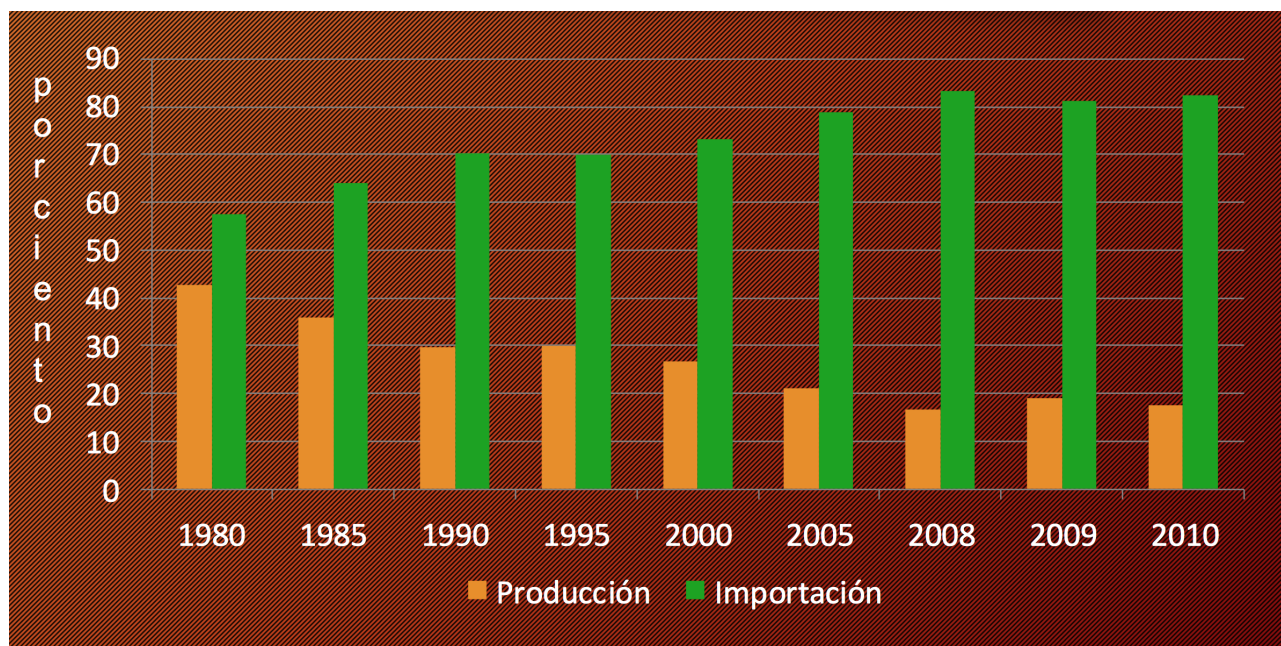


Figura 1. Primera gráfica en una de las publicaciones educativas, la Dra. Myrna Pagán. Muestra que en Puerto Rico se importa aproximadamente un 80% de los productos que consume la población mientras que sólo se produce el 20% (Comas Pagán, M., Accessed 2016).

II. Data and Metodología

Este trabajo utiliza la plataforma de ArcMap versiones 10.3 y 10.4 para sobreponer capas de información y así poder hacer un estudio observacional de la densidad poblacional y las reservas agrícolas afectadas por su proximidad a zonas bajo riesgo de inundación, sequía y fuegos forestales. Las capas de información utilizadas para el estudio fueron: limite de municipios de la Isla de Puerto Rico, densidad poblacional, reservas agrícolas, zonas bajo riesgo de inundación, refugios, zonas afectadas por la sequía del 2015, zonas bajo riesgo de fuegos forestales. La Tabla 1 muestra las capas y lugar de descarga de cada una. La mayoría de las capas de información eran archivos vectoriales por los que su manejo fue similar.

Capa de Información	Lugar de Descarga
Municipio	Archivos provistos en clase
Densidad Poblacional	Archivos provistos en clase
Reservas Agrícolas	Portal de Datos Geográficos Gubernamentales
Refugios	Archivos provistos en clase
Zonas bajo Riesgo de Inundación	Portal de Datos Geográficos Gubernamentales
Zonas afectadas por la sequía del 2015	ArcGIS en línea
Zonas en riesgo de fuegos forestales	ArcGIS en línea
Mapa Base (Basemap)	ArcGIS en línea

Tabla 1. Muestra las capas utilizadas y lugar de descarga de cada una.

Para la elaboración de los mapas completos de la Isla se añadieron las capas de información a la plataforma. Luego de esto, se utilizó la herramienta de “clip” para arreglar las capas con un poco de desproporción, utilizando de referencia la capa de municipios. Debido a que se estudiaron cinco pueblos costeros la herramienta de selección fue utilizada para crear una nueva capa de información a partir de cada municipio (Cabo Rojo, Ponce, Arecibo, Naguabo y Toa Baja). Luego de crear la capa, se empleó nuevamente la herramienta de clip ya que todas las capas en este caso eran archivos vectoriales (“shapefiles”, polígonos). A cada municipio se le añadió la capa de refugios. Luego de cortar las capas se procedió a crear cada mapa. Se crearon tres de la Isla completa. El primer mapa de Puerto Rico, muestra las capas de Reservas Agrícolas, Zonas bajo Riesgo de Inundación, Municipios y Densidad Poblacional. El segundo mapa muestra las capas de mapa base, zonas propensas a incendios forestales y reservas agrícolas. El tercer mapa muestra las capas de mapa base, zonas afectadas por la sequía del 2015 y reservas agrícolas. Los mapas de cada

municipio cuentan con las capas de información de municipio, reservas agrícolas, zonas bajo riesgo de inundación y refugios.

III. Resultados y Discusión

La Isla de Puerto Rico cuenta con un clima Marítimo Tropical. Por su posición geográfica es escenario de eventos de alta precipitación como ciclones tropicales, vaguadas, ondas tropicales, entre otros. Son muchos los damnificados en la Isla ante el choque de uno de estos eventos. No solo se ve afectada la población, sino que el sector agrario se ve altamente afectado. Como si los eventos de sequía fueran poco, la Isla también se ve afectada por periodos de sequía. Puerto Rico, además de tener un clima principal cuenta con varios microclimas, por lo que mientras ciertas regiones cuentan en promedio con agua en abastecimiento, en muchas otras regiones tanto la población como las zonas agrarias se ven afectadas por la sequía.

Por medio de la herramienta de Sistemas de Información Geográfico (SIG) se realizó un mapa de Puerto Rico, Figura 2, con las capas de información de municipios, densidad poblacional, reservas agrícolas y zonas bajo riesgo de inundación. El mapa, permite relacionar las cuatro capas de forma que se determinó que los pueblos donde las capas de densidad poblacional, reservas agrícolas y zonas bajo riesgo de inundación, parecen converger son los pueblos costeros. Lo que resulta un tanto alarmante al momento de pensar en un sistema de manejo de emergencias ante un evento de alta precipitación ya que la mayoría de la población al igual que las reservas agrícolas en las costas se vería altamente afectada.

Debido a que la población y las reservas agrícolas en las costas son las más propensas a perecer ante eventos de alta precipitación, se realizaron mapas para diferentes pueblos costeros. De esta manera se estudió detalladamente la situación de cada uno. De forma que este estudio pueda

ser útil a la comunidad en años venideros, se incluyó en los mapas de los municipios la capa de información de refugios. Así los mapas pueden servir a los habitantes de las zonas como un método preventivo ante un evento de alta precipitación. Los pueblos estudiados fueron Cabo Rojo, Ponce, Arecibo, Naguabo y Toa Baja.

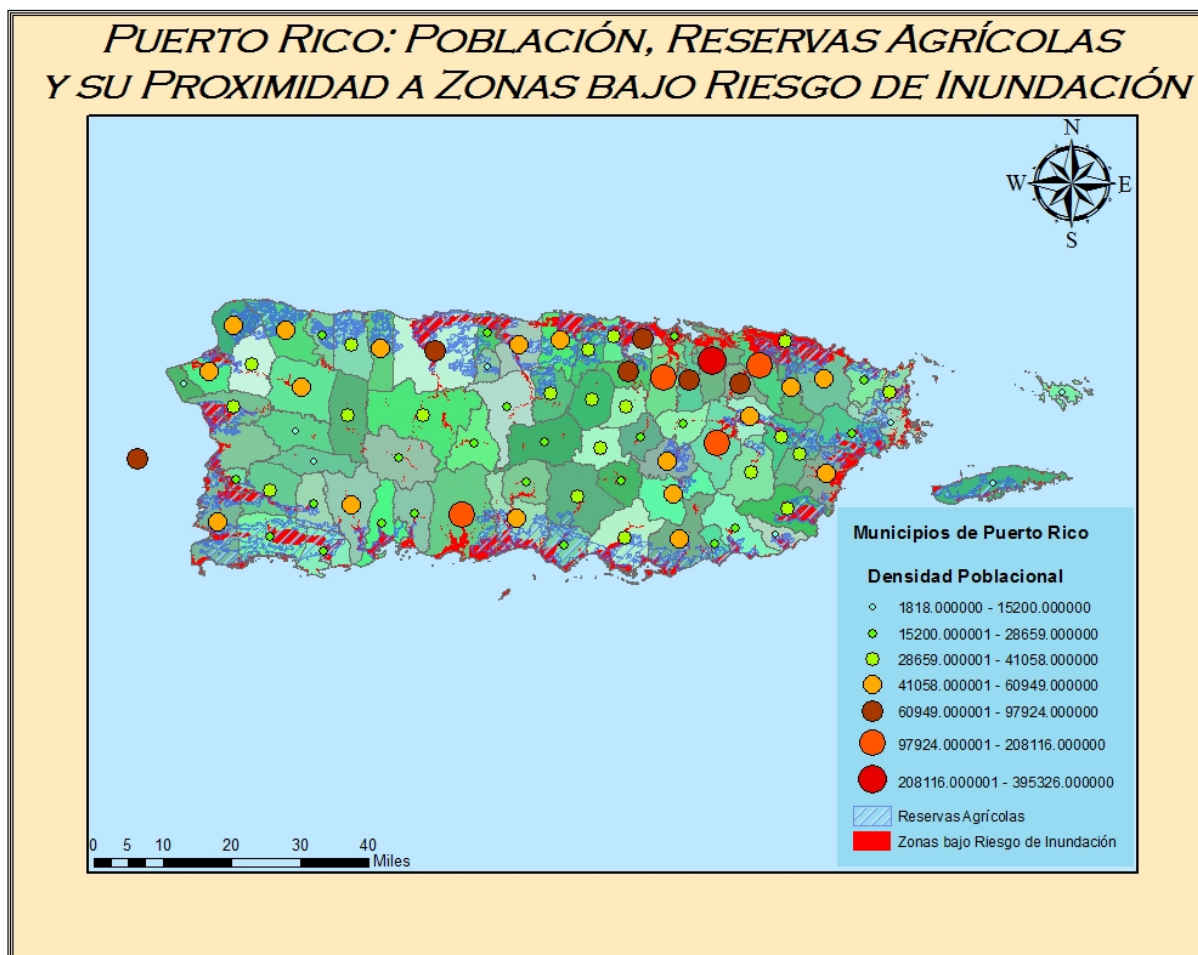


Figura 2. Mapa de Puerto Rico: Densidad Poblacional, Reservas Agrícolas y su Proximidad a zonas Bajo Riesgo de Inundación.

La Figura 3 muestra el mapa desarrollado para el municipio de Cabo Rojo. Se puede observar que muchos de los terrenos designados como reservas agrícolas en el municipio se encuentran en zonas bajo riesgo de inundación. Quiere decir que al momento de la planificación y

el uso de los terrenos se debe tomar en consideración los riesgos referentes a los impactos que las condiciones severas del tiempo que puedan tener. La densidad poblacional para el municipio de Cabo Rojo está en el rango de 41058 - 60946 personas. Los refugios disponibles en el municipio son solo 2. Partiendo de las capas de información provistas es imperativo que el municipio reevalúe su sistema de manejo de emergencia para poder añadir refugios en la zona que vallan mano a mano con su cantidad de habitantes.

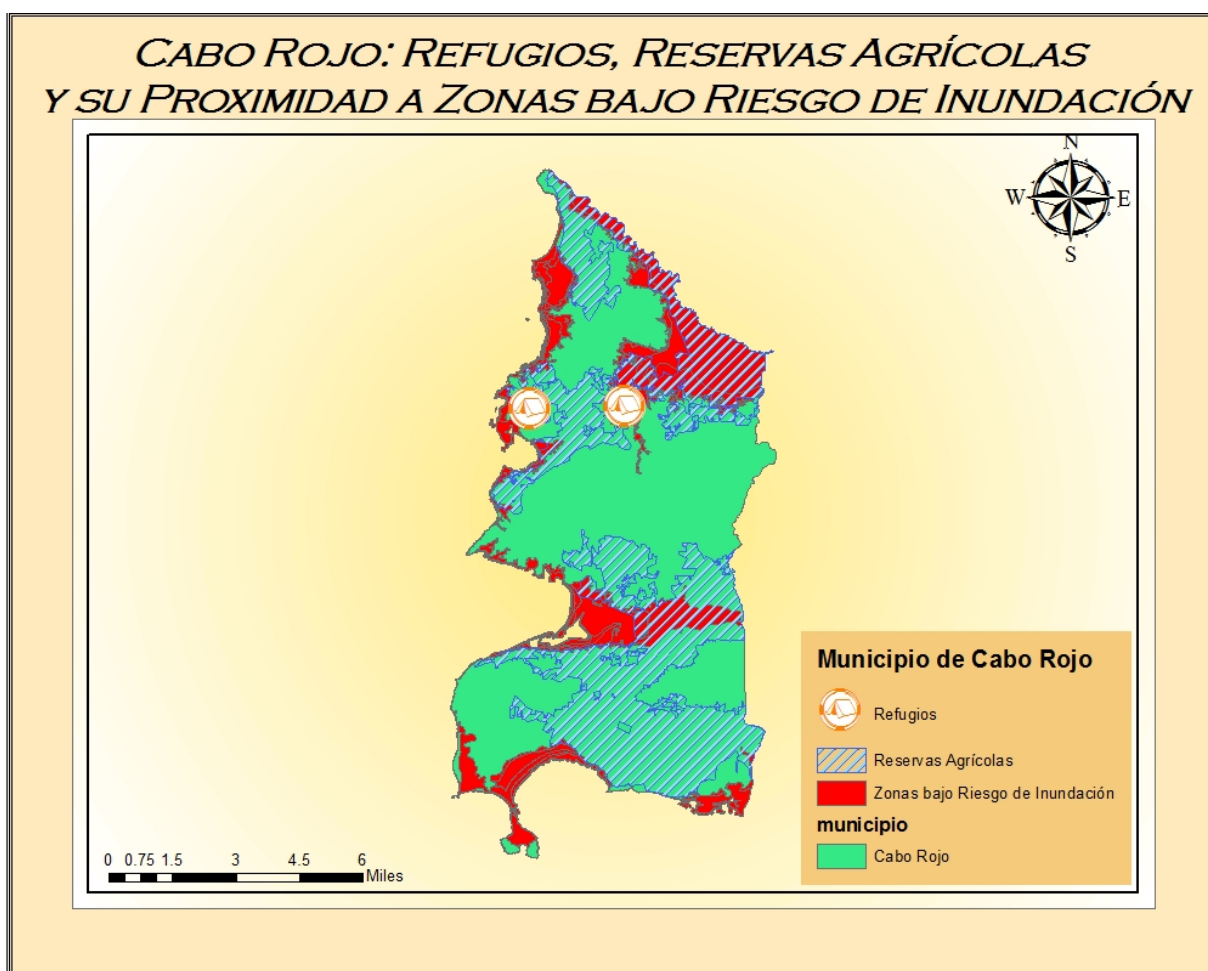


Figura 3. Municipio de Cabo Rojo con sus Reservas Agrícolas y Zonas Inundables. Se incluyó la capa de refugios en caso de eventos catastróficos.

Por otra parte, la Figura 4 muestra el mapa para el municipio de Ponce. La Perla del Sur cuenta con una densidad poblacional en el rango de 97924 - 208116 personas, siendo este uno de los pueblos con mayor población. Contrario al municipio de Cabo Rojo, Ponce cuenta con aproximadamente 27 refugios disponibles a la comunidad ante un evento de alta precipitación. Por otra parte, muchos de los terrenos designados como reservas agrícolas, de manera similar al municipio de Cabo Rojo se encuentran localizados en zonas bajo riesgo de inundación. Por tal razón los potenciales dueños de los terrenos deben tomar en consideración la susceptibilidad de los mismos a daños causados por eventos de alta precipitación.

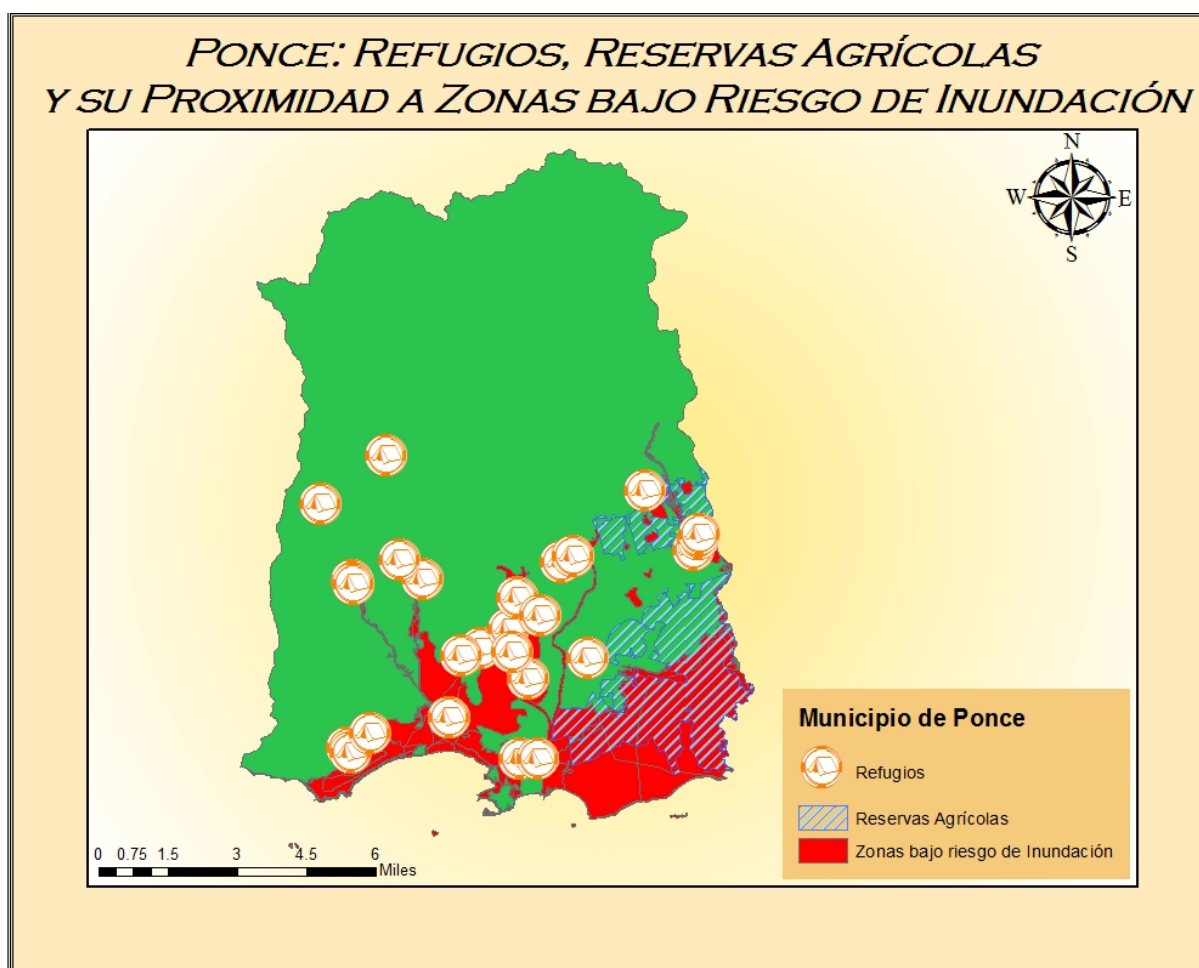


Figura 4. Municipio de Ponce con sus Reservas Agrícolas y Zonas Inundables. Se incluyó la capa de refugios en caso de eventos catastróficos.

El mapa para el municipio de Arecibo se muestra en la Figura 5. La densidad poblacional del municipio está en el rango de 60949 -97924 personas, por lo que forma parte con uno de los municipios en la Isla con mayor densidad poblacional. El pueblo cuenta con 11 refugios, que al Igual que Ponce son un número adecuado debido a la cantidad de habitantes. En este caso, gran parte de los terrenos designados como terrenos agrícolas están en áreas bajo riesgo de inundación. Por tal razón, los propietarios de los terrenos deberían estar bien informados de los riesgos que podrían enfrentar ante el impacto de un evento de alta precipitación.

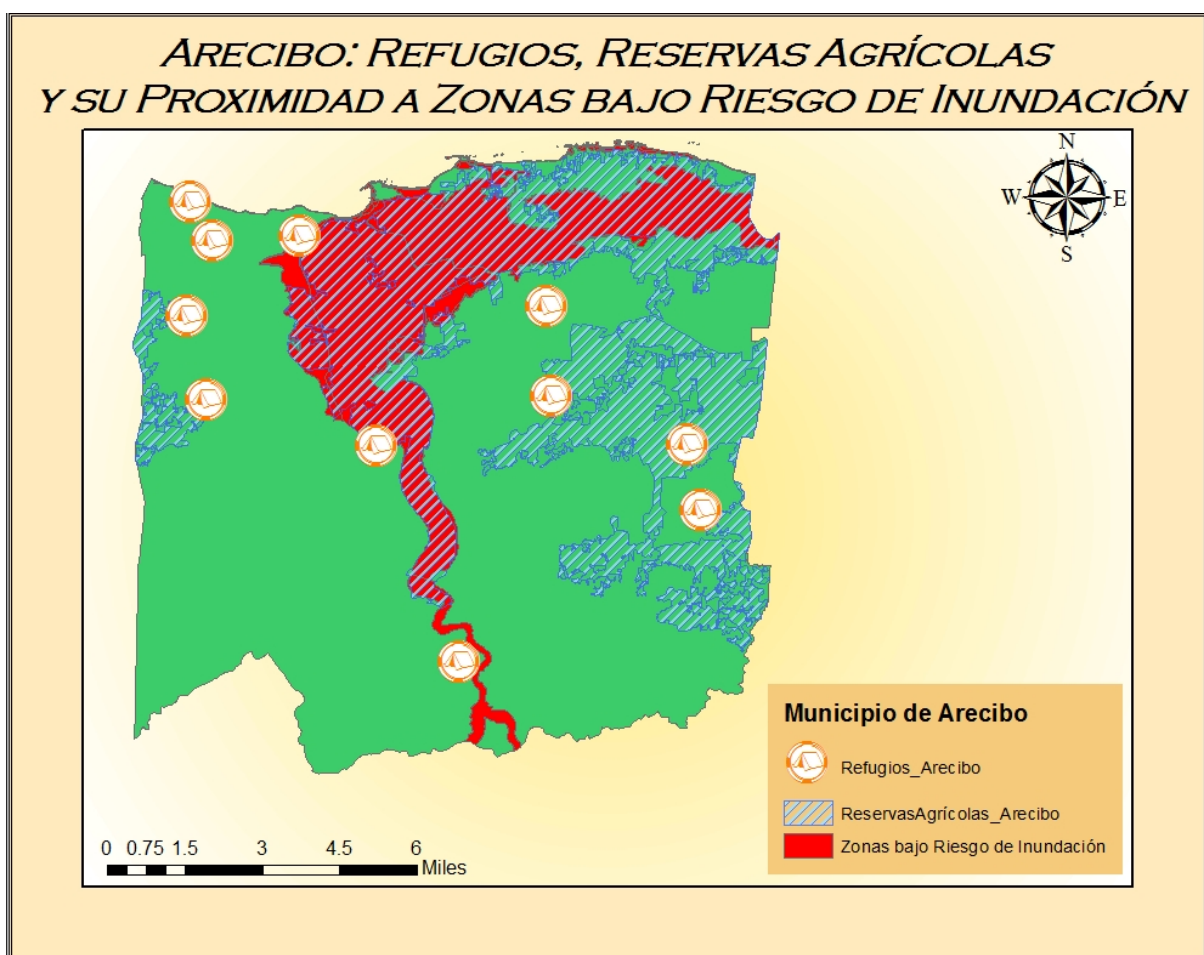


Figura 5. Muestra el municipio de Arecibo con sus Reservas Agrícolas y Zonas Inundables. Se incluyó la capa de refugios en caso de eventos catastróficos.

La Figura 6, muestra el mapa para el municipio de Naguabo. En este caso (a diferencia de los mapas anteriores) la capa de información pertinente a zonas bajo riesgo de inundación aparece sobre las reservas agrícolas. No obstante, al igual que en casos anteriores, una pequeña fracción de los terrenos designados como reservas agrícolas se encuentran en zonas bajo riesgo de inundación. De todos los municipios estudiados, Naguabo sería el menos impactado ante un evento de alta precipitación, ya que las zonas bajo riesgo de inundación son pequeñas en comparación con los otros pueblos (es importante reseñar que solo se está señalando el daño/peligro a causa de inundaciones y no a otro desastre natural). La densidad poblacional de Naguabo se encuentra en el rango de 15200 - 28659 personas y cuenta con 5 refugios que parecen ser adecuados para la cantidad de habitantes del pueblo.

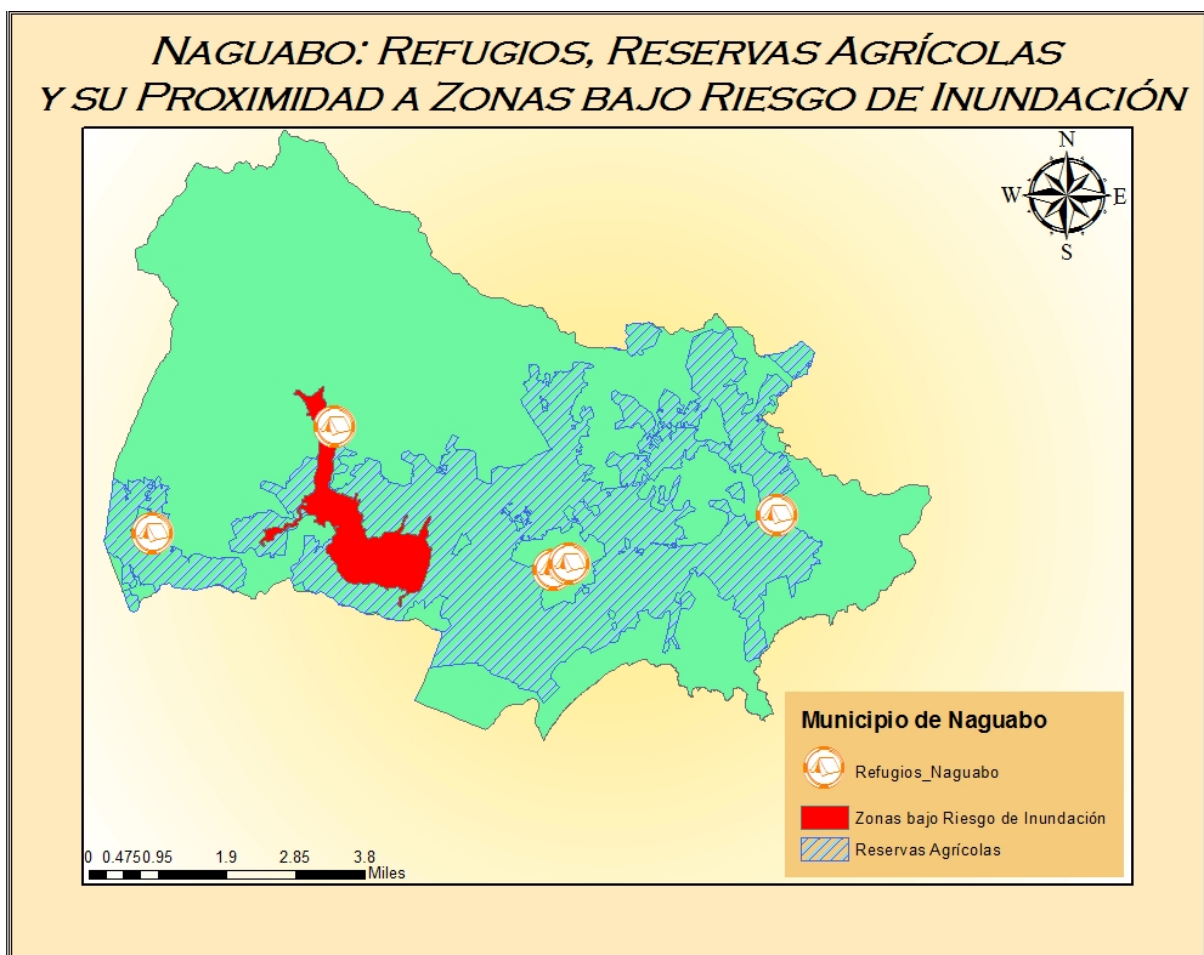


Figura 6. Muestra el municipio de Naguabo con sus Reservas Agrícolas y Zonas Inundables. Se incluyó la capa de refugios en caso de eventos catastróficos. En este caso, se muestra la zona inundable sobre la zona de Reservas Agrícolas.

Por último, la Figura 7 muestra el mapa del municipio de Toa Baja. Los terrenos designados como reservas agrícolas del municipio parece ser que serían más afectados por un evento de alta precipitación ya que la mayoría de sus reservas agrícolas se encuentran en efecto en zonas bajo riesgo de inundación. Los propietarios de los terrenos deberían estar bien informados de los riesgos que enfrentan sus terrenos ante eventos de alta precipitación y tener su plan de contingencia al día. Por otra parte el pueblo cuenta con una densidad poblacional en el rango de 60949 - 97924 personas. El municipio cuenta con 6 refugios que parece ser una cantidad adecuada de refugios a

partir de su cantidad de habitantes. El pueblo de Naguabo, fue además el que contaba con una mayor área bajo riesgo de inundación. Por lo tanto, la población de la zona debe estar al tanto de los riesgos que puedan enfrentar ante un evento de alta precipitación y deberían tener sus planes de manejo de emergencias al día.

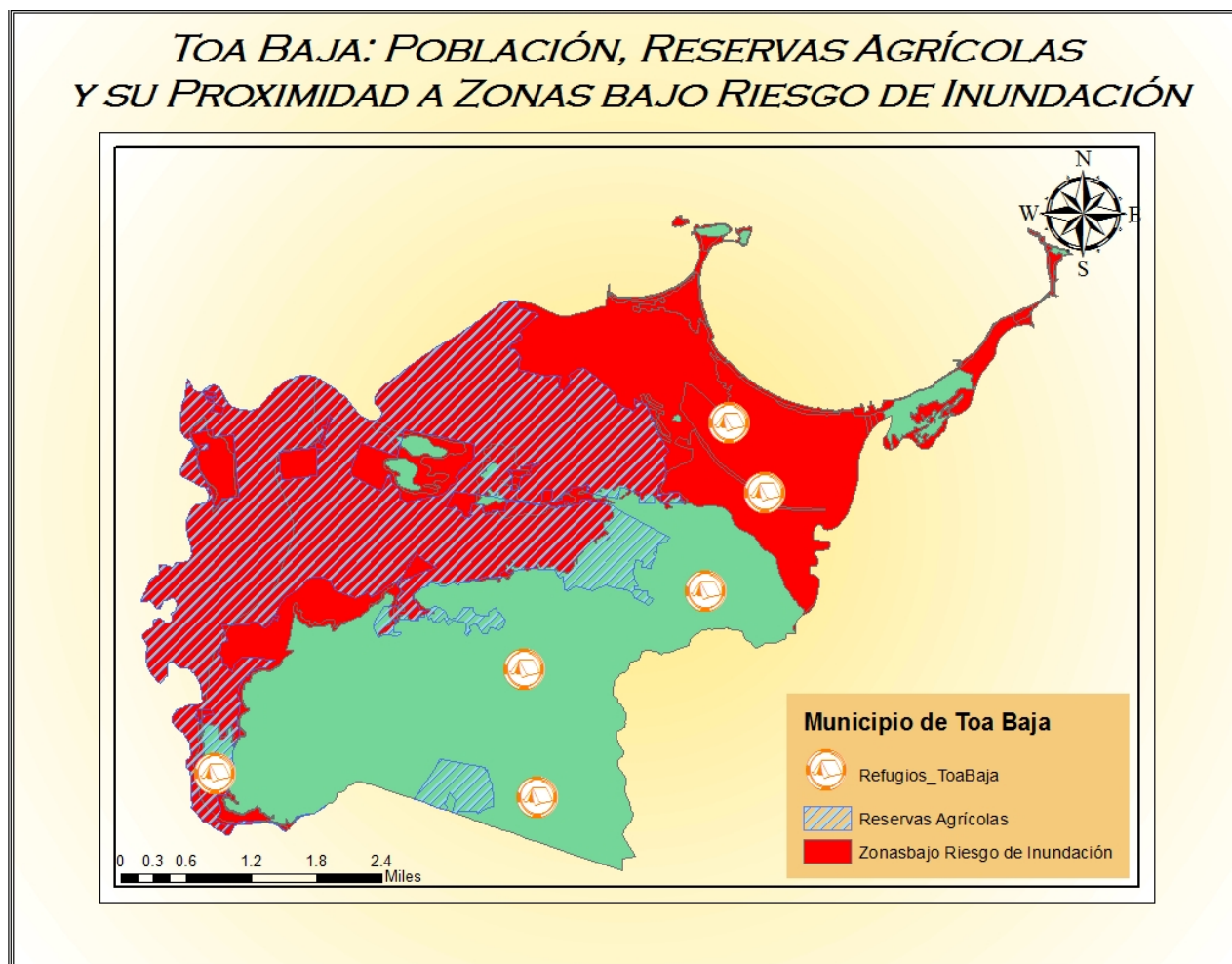


Figura 7. Muestra el municipio de Toa Baja con sus Reservas Agrícolas y Zonas Inundables. Se incluyó la capa de refugios en caso de eventos catastróficos.

En cuanto a eventos de sequía, se tomó el caso del periodo de sequía del año 2015 que azotó a la Isla Caribeña. Debido al clima de Puerto Rico, muchos de los terrenos agrícolas dependen de las condiciones húmedas y de la accesibilidad de agua para sus sistemas de riegos, abastecimiento de agua para sus ganados, etc. Un evento de sequía puede representar un peligro de igual magnitud

las condiciones húmedas y de la accesibilidad de agua para sus sistemas de riegos, abastecimiento de agua para sus ganados, etc. Un evento de sequía puede representar un peligro de igual magnitud a aquel de precipitación extrema. Eventos de sequía también pueden llevar a tener suelos más áridos, que puede llevar a las condiciones ideales para el inicio de fuegos forestales. La Figura 8 muestra dos mapas de la Isla de Puerto Rico. El primer mapa muestra las reservas agrícolas y su proximidad a zonas bajo riesgo de fuegos forestales. Por otra parte, el segundo mapa muestra las reservas agrícolas impactadas por la sequía del 2015 en la Isla. Observando ambos mapas se puede ver que los municipios de Cabo Rojo y Arecibo se encuentran aledaños a zonas bajo riesgo de fuegos forestales y fueron impactados por la sequía del 2015. Otros de los pueblos estudiados, como Naguabo y Toa Baja se vieron mayormente afectados por la sequía del 2015 a pesar de no estar próximos a zonas bajo riesgo de incendios forestales.

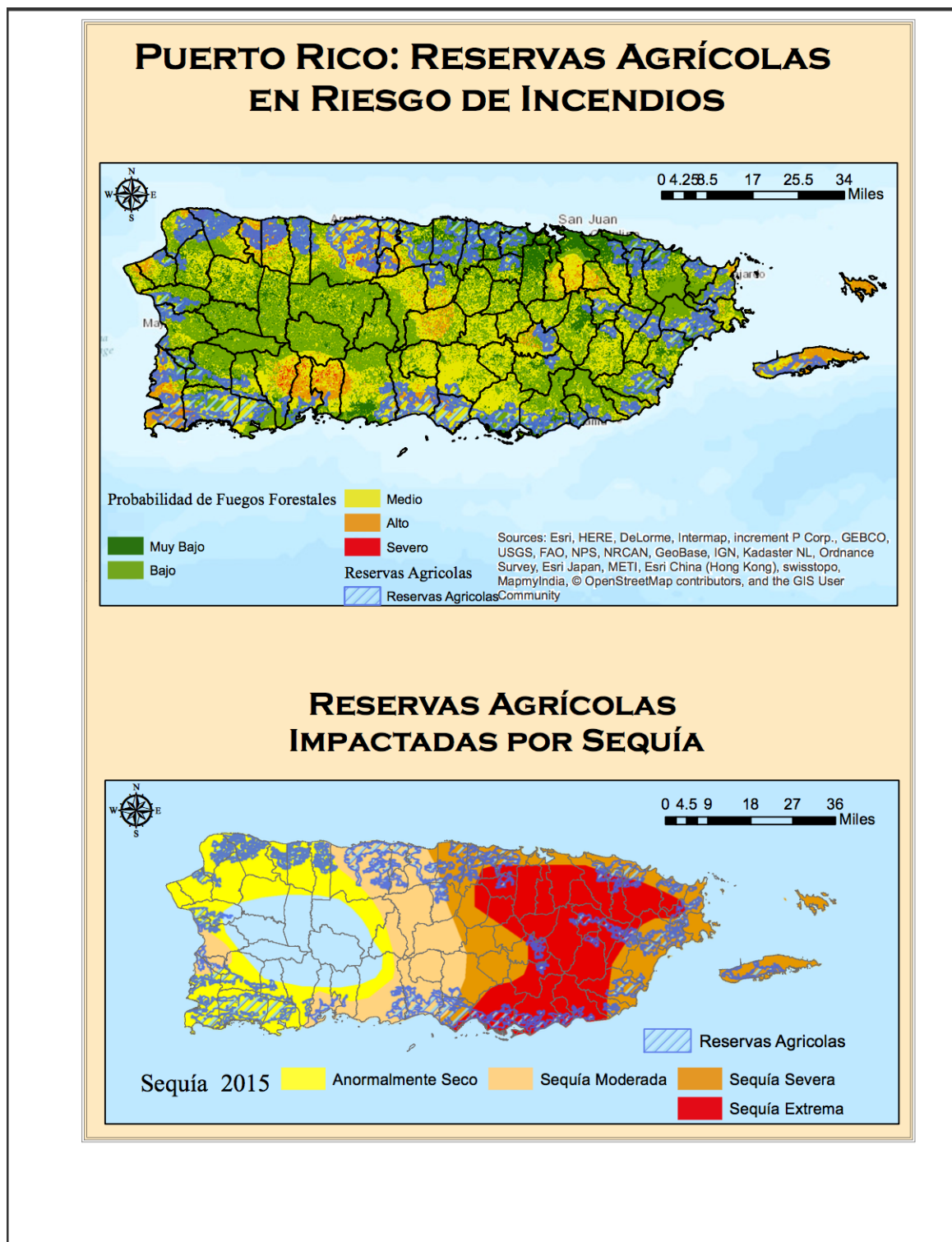


Figura 7. Muestra dos marcos, el primer mapa muestra las reservas agrícolas bajo riesgo de incendios. El segundo mapa muestra las reservas agrícolas durante el periodo de sequía del 2015.

IV. Mapas de Monumentos Históricos del Colegio de Mayagüez (ArcGIS y ArcGIS Online)

Se utilizó como base una imagen aérea del recinto universitario utilizada en clase (en ArcGIS Online se utilizó un mapa de carreteras), para nuestro proyecto. Se resaltaron las calles y los diferentes edificios creando polilíneas y polígonos respectivamente. El enfoque principal de esta parte del proyecto fue resaltar los monumentos históricos de nuestro recinto (Figura 8 y 9). Para referencia se utilizó el escrito *“El Verde Peregrinar: Visita Guiada al Recinto Universitario de Mayagüez”* de la Profa. González Quevedo. Utilizando un GPS portátil fuimos marcando la ubicación de varios monumentos como por ejemplo: El Pórtico, la estatua de Tarzán (la mascota del colegio) y la obra Wings. Logramos determinar con precisión un total de 20 monumentos históricos del recinto universitario. Una vez transferimos los puntos de GPS en el mapa, se crearon una serie de hiperenlaces. Un usuario podría hacer clic en un hiperenlace (Figura 10) de un monumento en particular y una breve información sobre ese monumento (sacada de *“El Verde Peregrinar”*) acompañada de una imagen del monumento aparecería en el programa. Con respecto a esta parte del proyecto logramos aplicar nuestro conocimiento en GPS mientras que aprendimos sobre nuestro Recinto. Para un proyecto futuro se podrían intentar hacer hiperenlaces con información de los varios edificios o resaltar la localización de los diferentes departamentos (Departamento de Física, Ingeniería Mecánica, Ingles, Geología, etc.)

Monumentos Importantes del COLEGIO

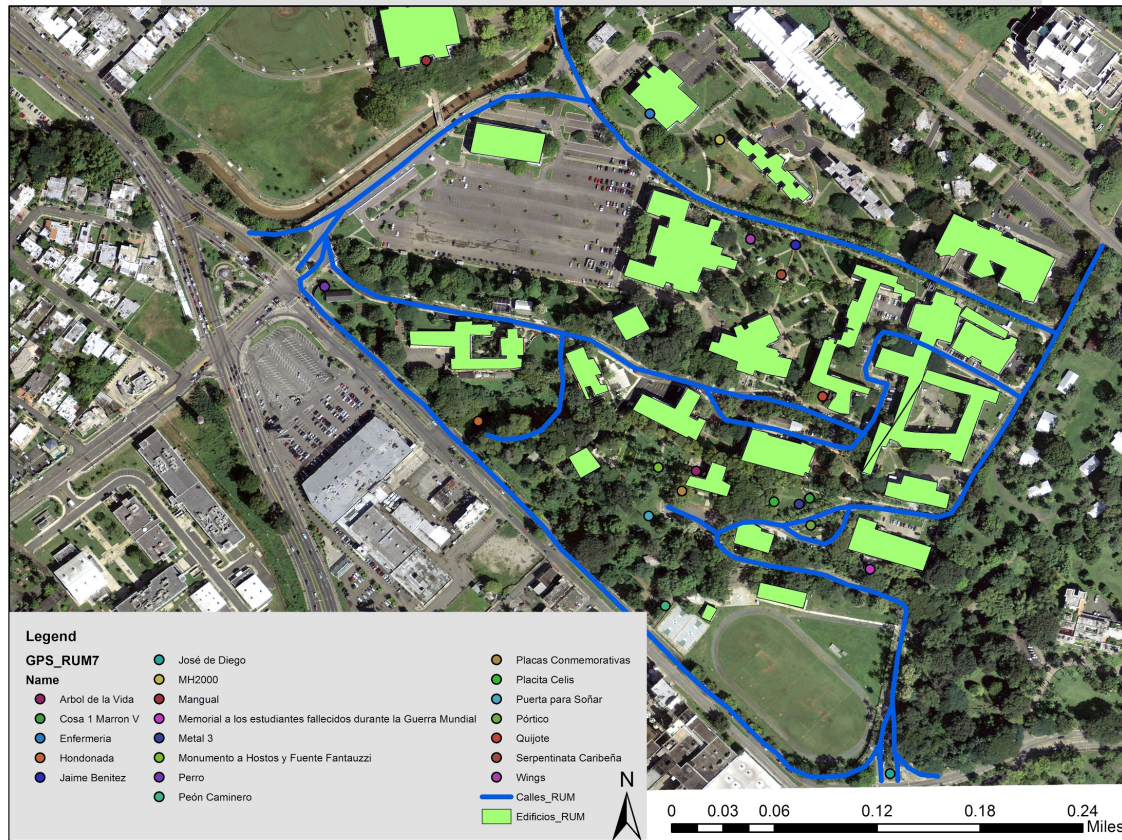


Figura 8. Mapa del Recinto con sus Monumentos Históricos, Calles y Edificios (ArcGIS).

V. Conclusión

Se encontró, por medio del uso de SIG, que los pueblos con mayor incidencia de las capas de información de densidad poblacional, reservas agrícolas y zonas bajo riesgo de inundación eran los pueblos costeros. Luego de estudiar los pueblos de Cabo Rojo, Ponce, Arecibo, Naguabo y Toa Baja se determinó que es probable que el pueblo menos afectado por inundaciones ante un evento de alta precipitación sea el municipio de Naguabo, mientras que el más afectado sería Toa Baja. Se observó que gran parte de las reservas agrícolas en los municipios estudiados se encontraban en zonas bajo riesgo de inundación. Mientras la mayoría de los pueblos cuentan con una cantidad de refugios que satisfacen su densidad poblacional, el municipio de Cabo Rojo debería considerar crear más refugios para sus habitantes. Debido a la magnitud del área bajo riesgo de inundación de Toa Baja, sería idílico una campaña de prevención y mitigación que eduque a los habitantes de la zona respecto a los riesgos que enfrentan en caso de eventos de alta precipitación y que ayuden a la comunidad a crear sus planes de manejo de emergencias.

Se observó que mientras Ponce no fue grandemente afectado por la sequía del 2015 y no se encuentra próximo a zonas bajo riesgo de incendios forestales, algunos de los pueblos, como Naguabo, Toa Baja, Arecibo y Cabo Rojo, sí.

La población y las reservas agrícolas en los municipios costeros de la Isla de Puerto Rico se ven altamente afectados por eventos de alta precipitación y por condiciones de sequía. La mayor recomendación para los habitantes de estas zonas, es que busquen apoyo de profesionales en el área, o busquen material didáctico que les pueda ayudar a educarse de los posibles riesgos a los que se podrían estar enfrentando en cualquiera de los dos casos. El próximo paso sería crear un plan de mitigación y de manejo de emergencia pertinente al área habitada. Los mapas provistos en este trabajo pueden servir como un paso en esta planificación.

Como trabajos futuros se recomienda la creación de un mapa que relacione las reservas agrícolas con el tipo de suelos, ya que esto es un factor determinante para las inundaciones. Además, crear mapas para todos los municipios costeros.

VI. Referencias

Comas Pagán, M., Accessed 2016, Situación Agrícola en Puerto Rico:

<http://www.uprm.edu/cms/index.php?a=file&fid=12179> (Accessed 2016).

Deveaux, S, 2007, The impact of droughts and floods on food security and policyoptions to alleviate negative effects: Wiley, 12 pp.

Esri, 2016, ArcGIS Online: <https://www.arcgis.com/home/index.html> (Accessed 2016).

García, L. et al, 2015, Reglamento Conjunto Para La Evaluación Y Expedición De Permisos Relacionados Al Desarrollo Y Uso De Terrenos: Junta de Planificación de Puerto Rico, 1090 pp.

GIS P.R., 2016, Portal de Datos Geográficos Gubernamentales:

<http://www2.pr.gov/agencias/gis/Pages/default.aspx> (Accessed 2016).

González L.M., 2010, El Verde Peregrinar: Mayagüez, P.R., Imprenta Colegial, 115 p.

Nicholls, C. L., and Altieri, M. A. 2009. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas: LEISA revista de agroecología, 1 pp.

Pacheco, Istra. 2016, Estado de emergencia por lluvias en el país: Primera Hora.