



- Cálculo de huella de carbono por transportación (asociada a envergadura, tipo y combustible del transporte y a la distancia a recorrer, script calculadora siguiendo formulaciones oficiales).
- Decisión de tipo de salidas, variables que se mostrarán y su formato de visualización.

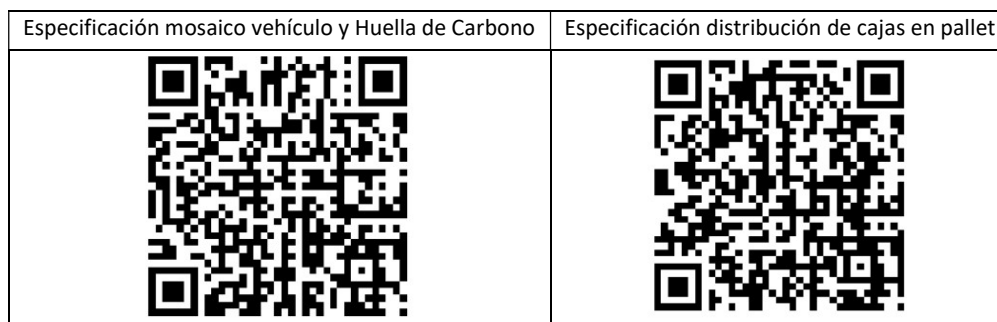


Figura 2 – Salidas generadas con “qrcode” desde un óptimo del dataframe solución.

### Problema 2: Determinación del geoposicionamiento de una Planta industrial de Bioetanol en Argentina.

Un primer trabajo se basó en filtrar la base global descargada (*dataset* agropecuario oficial) para generar los arreglos (estructuras de datos) que contuvieran las variables y datos de utilidad para el objetivo (tipo de cultivo: maíz y sorgo, cantidad producida, provincia, localidad, y campaña).

A través de las herramientas gráficas y de visualización del paquete *ggplot2* de “R” trabajadas sobre las bases de datos creadas se identificaron las regiones de mayor importancia productiva dentro del país (ver Figura 3, izquierda), posteriormente se utilizó el método de conglomerados (*clusters*) para el tratamiento de las similitudes-disimilitudes sobre la productividad/localización de cada cultivo, hallándose el número *n* de clusters óptimo ( $n=4$  para el maíz y  $n=5$  para el sorgo) y cotejando su bondad de ajuste (utilizando la función *Kmeans* y gráficos estándar del tipo *scatterplots/pairs*, etc.). El filtro final aplicado sobre el universo geográfico redujo a 21 localidades productivamente destacadas para el maíz y 26 localidades para el sorgo.

La distribución de las localidades por conglomerado determina una diferenciación de las regiones de cultivo por peso productivo geconjunto, dando paso a un último trabajo de geoposicionamiento para ayudar a la toma de decisión de la ubicación de la planta, según las coordenadas geográficas (latitud-longitud) de los *centroides* de cada cluster.

Finalmente se determinan cuatro soluciones posibles para la localización de la planta siguiendo estrategias de ponderación sobre los centroides más productivos de cada cultivo. Todo el proceso se visualiza a través de la plataforma Google Maps (ver Figura 3, derecha). Modelos matemáticos industriales utilizarán estos datos considerando parámetros (como la estructura vial) para la ubicación final de la planta (<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disenio-y-distribucion-en-planta/metodos-de-localizacion-de-planta/>).

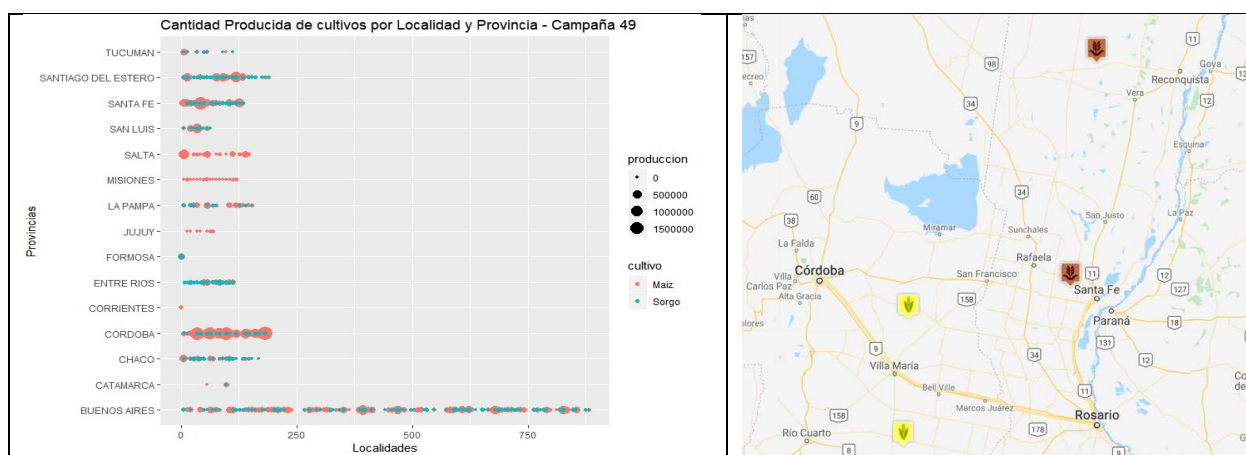


Figura 3 - Peso productivo de maíz y sorgo por localidad y provincia (izq.) – Geolocalizaciones estadísticamente sugeridas para la radicación de la planta de bioetanol (der.)

### Conclusiones y Trabajos Futuros

En el área logística el script de carga desarrollado es una herramienta de apoyo a la decisión del ingeniero en empaque que puede robustecerse con elementos gráficos (tipo *raster*) para la visualización del mosaico de paletizado. El código creado también puede complementarse con herramientas externas de criptoseguridad (*QR de trazabilidad* logística, blockchain).

El problema de determinación del geoposicionamiento de una planta de bioetanol otorga un conjunto de soluciones geostadístico-productivas, dejando paso a futuro a nuevos niveles de decisión que involucren variables de proximidad a vías de comunicación/rutas (para facilitar tareas logísticas), cercanía a ciudades (para asegurar la existencia de mano de obra y de centros de distribución postventa), entre otras. El trabajo a futuro podría contener la variante de utilizar herramientas de código abierto (*OpenStreetMaps*) en R y sus propios paquetes orientados a usos geográficos (*gstat*, *maps*, etc.).