



XX

SEMINARIO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Del 7 al 10 marzo de 2018, Ciudad de Panamá, Panamá.

Diseño de una Plataforma Logística a través de la Optimización de Redes de Distribución para el Sector Agrícola

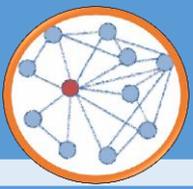
Presentado por:

Humberto R. Álvarez A., Ph. D.

Profesor de Ingeniería Industrial
Director del CINEMI

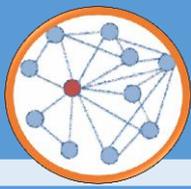


Panamá, 8 de marzo de 2018



Agenda

- Objetivos de la investigación
- Antecedentes y planteamiento del problema
- Revisión literaria
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones
- Trabajos futuros
- Q&A



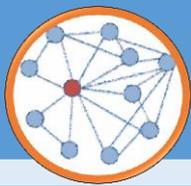
Objetivos

GENERAL:

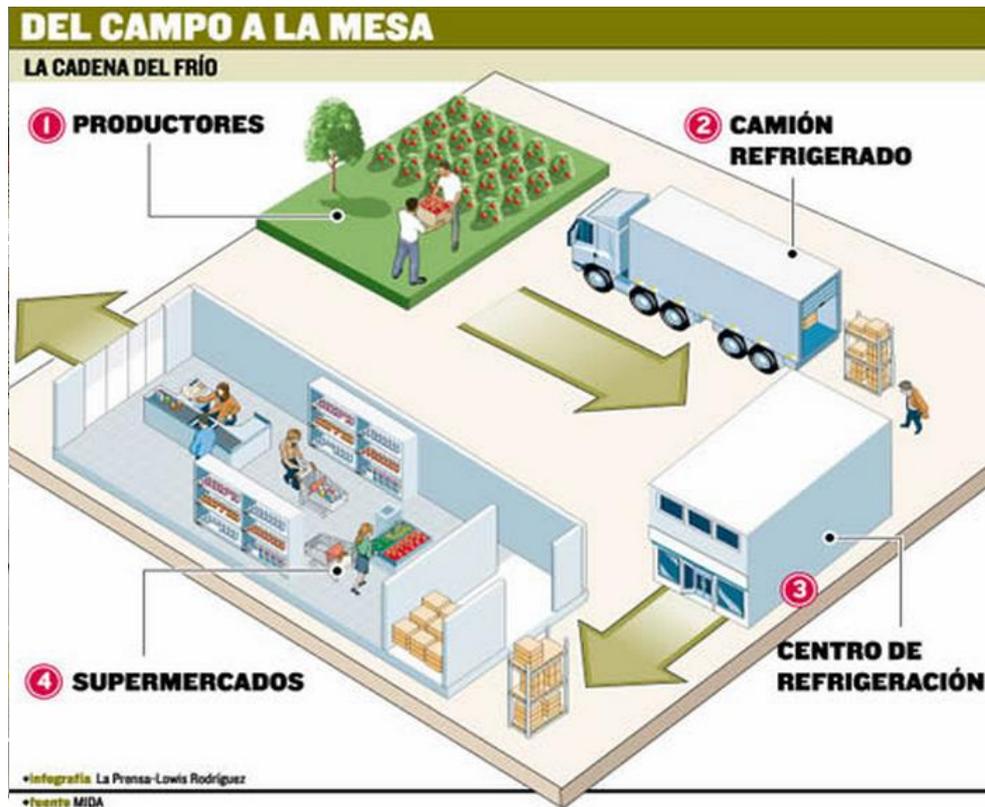
Desarrollar un modelo de toma de decisión para el diseño conceptual de plataformas logísticas agrícolas en Panamá basado en la lechuga como prototipo para el modelo.

ESPECÍFICOS:

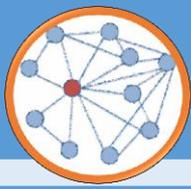
1. Diseñar una red de transporte y cadena de suministro agrícola.
2. Desarrollar un modelo matemático de la cadena de suministro agrícola.
3. Generar escenarios para localizar una plataforma logística agrícola.
4. Proponer un diseño conceptual de la plataforma logística.



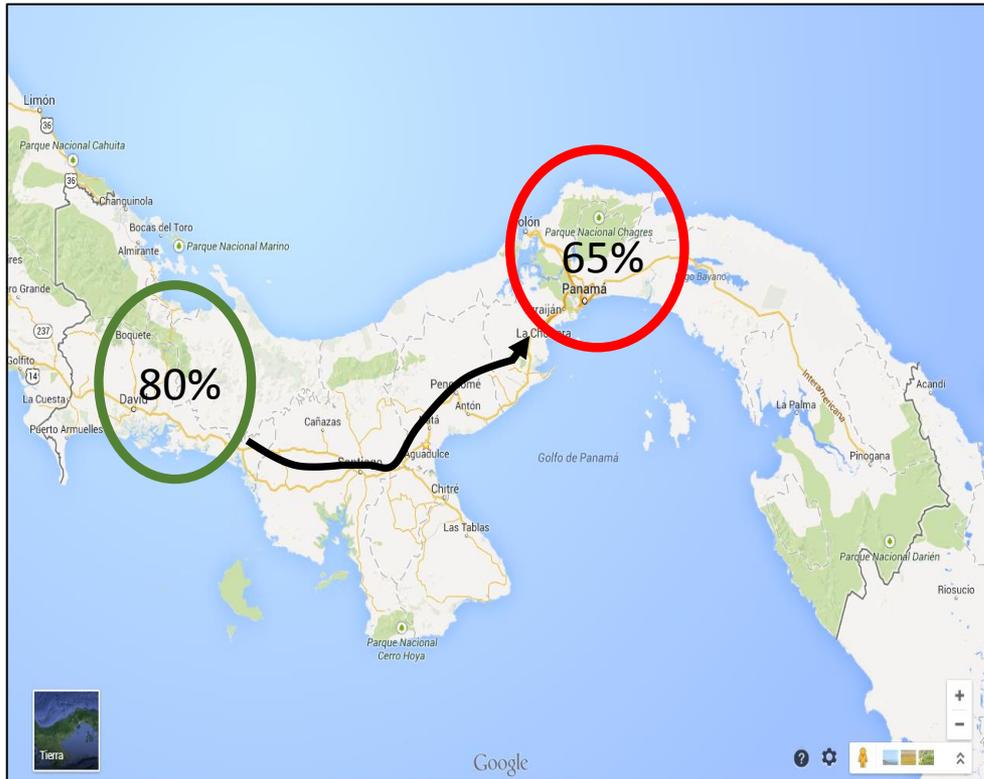
Antecedentes y Planteamiento del problema



- Sector agroindustrial
- Proyecto de Cadena de Frío de Panamá
- Reducción de las pérdidas en las etapas de producción y comercialización
- Reducción del costo de la canasta básica
- Seguridad alimentaria
 - Inocuidad
 - Disponibilidad
 - Accesibilidad



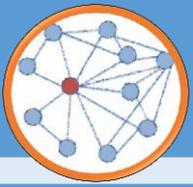
Antecedentes y Planteamiento del problema



- Producción agrícola en tierras altas
- Mayor demanda en la capital
- Vehículos sin refrigeración
- Unidad de carga
- Programación de distribución diaria
- ¿2 tipos de cadenas de suministro?

“Una plataforma logística para la distribución de productos agrícolas con redes eficientes, reducirá los costos de transporte”.





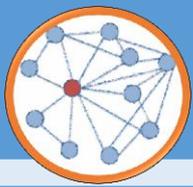
Revisión Literaria

$$\begin{cases} \text{minimizar } f(x) \\ \text{sujeto a} \\ g_i(x) \leq 0 \quad i = 1, \dots, m \\ x \in S \subset \mathbb{R}^n. \end{cases}$$

Modelos de
localización de
instalaciones



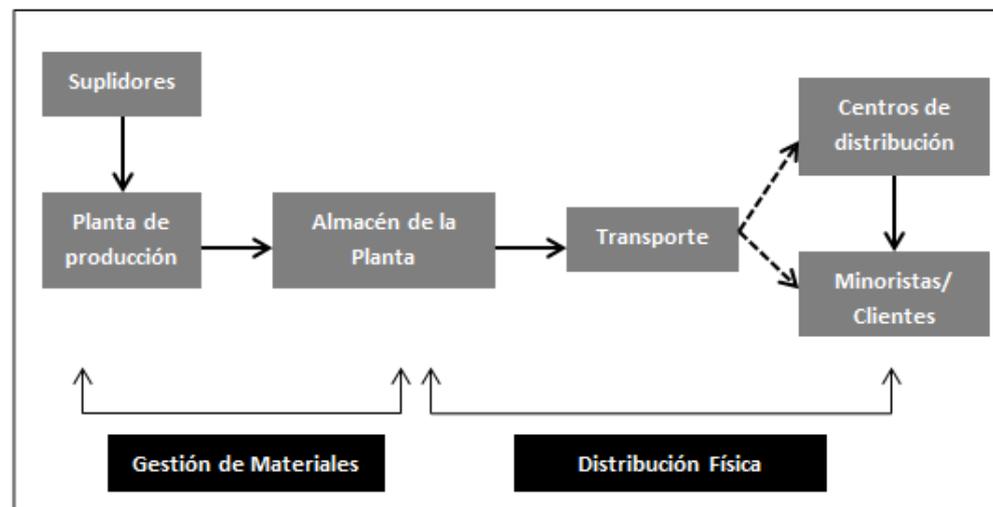
Plataformas
logísticas

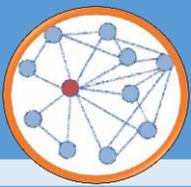


DISEÑO

de una Plataforma Logística
para el Sector Agrícola

Revisión Literaria: flujos y procesos en la cadena de suministro



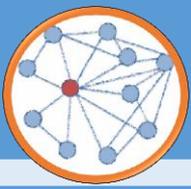


Revisión Literaria

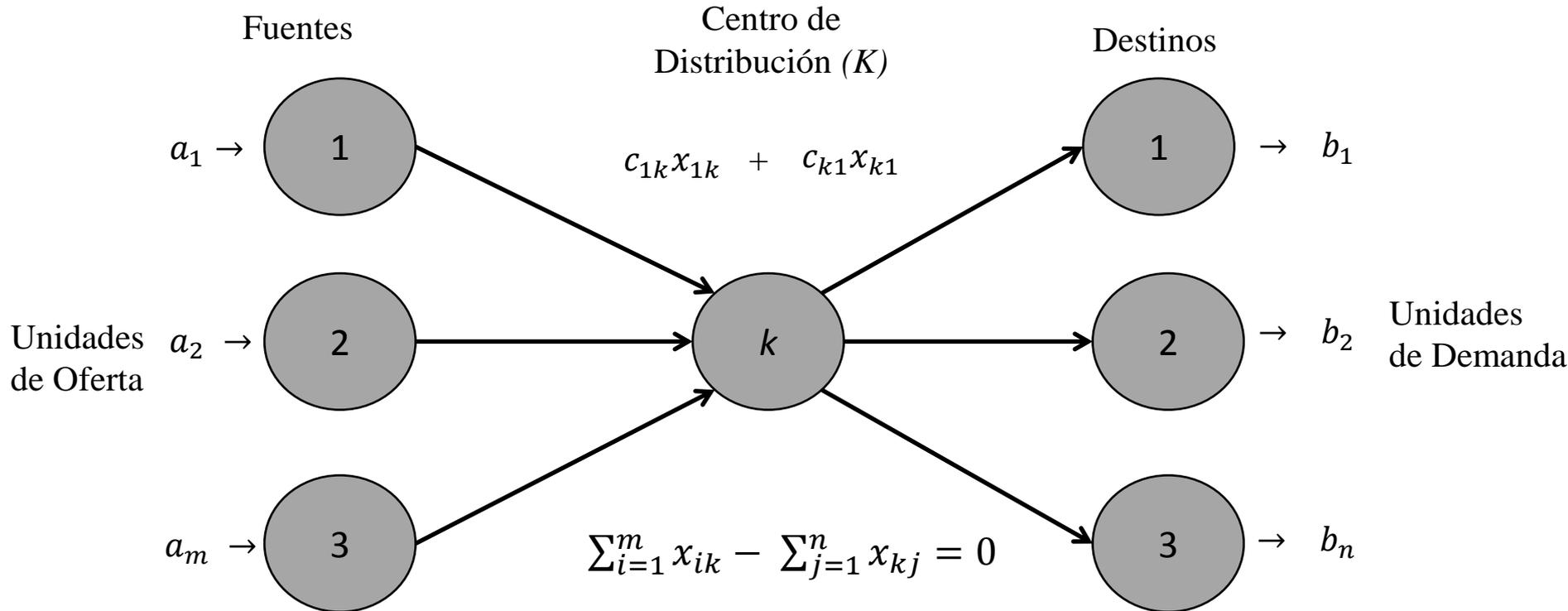
$$\begin{cases} \text{minimizar } f(x) \\ \text{sujeto a} \\ g_i(x) \leq 0 \quad i = 1, \dots, m \\ x \in S \subset \mathbb{R}^n. \end{cases}$$

Modelos de
localización de
instalaciones

- Syarif et al (2002); Min and Zhou (2002) y Yan et al (2003); establecen tres pasos para abordar los modelos de localización.
- Combinación eficiente en la cadena de suministro (Guyon et al, 2011).
- Solución de problemas de redes de distribución
 - El modelo de transporte
 - El modelo de transbordo
 - El método de la distancia de carga
 - El método del centro de gravedad
 - La teoría de la localización por cargo fijo



Modelo de Optimización de Flujo de Costo Mínimo



$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq s_1 \quad \text{Para } i = 1, 2, \dots, m,$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq d_1 \quad \text{Para } j = 1, 2, \dots, n,$$

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad x_{ij} \geq 0, \quad \text{Para todas } i \text{ y } j$$



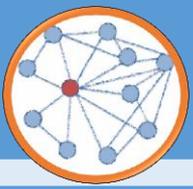
Revisión Literaria



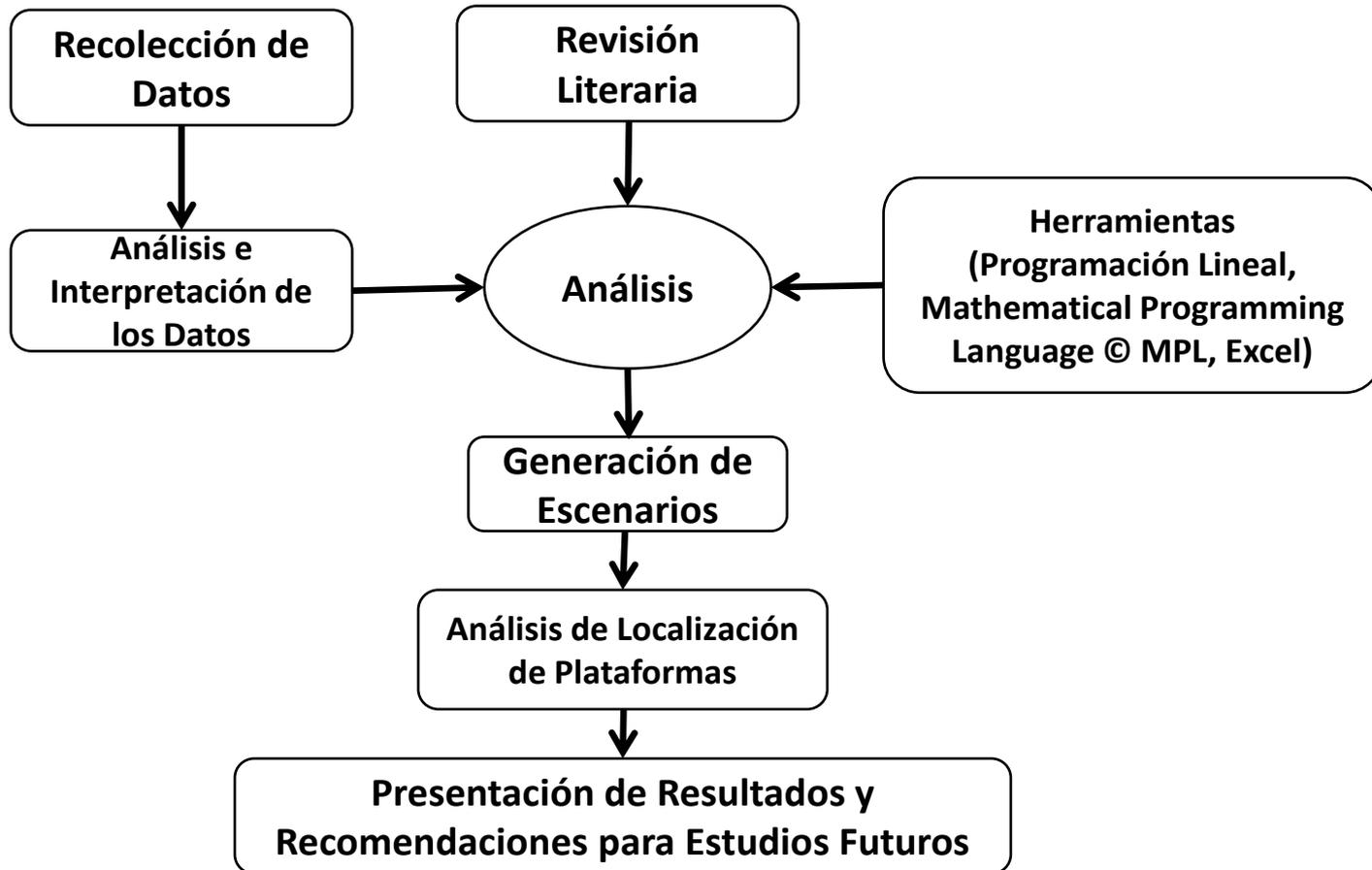
Plataformas logísticas

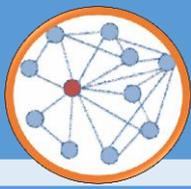
- Diseño conceptual de una plataforma logística. ALGroup (2008)
- Fases de implementación de una plataforma logística (Duarte, 2004).
- Implementación estratégica de una plataforma logística (Sousa et al, 2007).
- Plataformas Logísticas Agrícolas (Boudahri, 2012).
 - Enfoque comercial (Impo-Export)

“Según los autores Pietro y Timpanaro (2012), el costo logístico agrícola varía entre un **20 a 30** por ciento del costo total del producto”.



Metodología



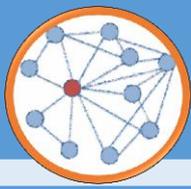


DISEÑO

de una Plataforma Logística
para el Sector Agrícola

Recolección de datos





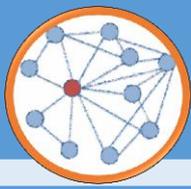
Recolección de datos



Cuadro 22. LECHUGA, EXPLOTACIONES, SUPERFICIE SEMBRADA, PERDIDA, MECANIZADA, ABONADA, REGADA, COSECHA, EXPLOTACIONES QUE VENDIERON Y CANTIDAD VENDIDA, EN LA REPÚBLICA, SEGÚN PROVINCIA, COMARCA INDÍGENA, DISTRITO Y CORREGIMIENTO: AÑO AGRÍCOLA 2010/11 (Conclusión)

Provincia, comarca indígena, distrito y corregimiento	Explotaciones	Superficie (en hectáreas)					Cosecha (quintal)	Venta	
		Sembrada	Perdida	Mecanizada	Abonada	Regada		Explotaciones	Cantidad (quintal)
Bugaba.....	260	304.47	37.58	153.08	246.47	159.16	251,649	241	250,986
La Concepción (Cabecera).....	1	0.00	-	-	-	-	1	-	-
Aserrio de Gariché.....	2	0.46	0.20	-	0.42	0.02	120	2	119
Cerro Punta.....	242	291.76	34.87	150.78	239.20	155.58	249,104	228	248,603
Gómez.....	1	3.00	0.60	-	2.40	-	1,040	1	880
La Estrella.....	2	1.00	0.25	0.50	1.00	1.00	240	1	240
Volcán.....	12	8.25	1.66	1.80	3.45	2.56	1,144	9	1,144
Boquete.....	25	5.95	0.54	0.62	5.05	4.89	1,503	16	1,444
Bajo Boquete (Cabecera).....	3	0.02	-	-	-	0.02	10	1	10
Palmira.....	4	0.54	-	-	0.54	0.02	53	2	46
Alto Boquete.....	2	2.44	0.20	-	2.44	2.40	72	2	62
Jaramillo.....	2	0.00	-	-	-	-	1	-	-
Los Naranjos.....	14	2.95	0.34	0.62	2.07	2.45	1,367	11	1,326
El resto.....	201	4.36	0.24	0.02	2.12	1.97	1,444	46	1,158
TOTAL.....	486	314.78	38.36	153.72	253.64	166.02	254,596	303	253,588





Recolección de datos

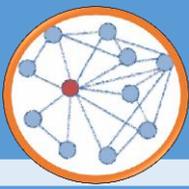


Distritos	Cosecha (libras)	%	Perdida	%	Producción neta (libras)	%	Superficie (hectareas)
Bugaba	7,441,760	92.01%	258,298	3.19%	7,183,462	96.53%	215
Boquete	629,874	7.79%	507	0.01%	629,367	99.92%	8
Gualaca	13,184	0.16%	-	0.00%	13,184	100.00%	-
Boqueron	3,245	0.04%	-	0.00%	3,245	100.00%	-
Total	8,088,063		258,805		7,829,258		223

Fuente: Secretaria de la Cadena de Frio (2012)

Provincia	Distrito	Corregimiento	# de Productores	Superficie Cosechadas (has)	Rendimientos promedio por hectárea (lb)	Cultivos
Chiriquí	Bugaba	Cerro Punta	437	1,715	25,757	Cebolla, Papa, Remolacha, Lechuga, Repollo, Perejil, Espinaca, Chayote, Brocoli, Pepino, Coliflor, Papa, Lechuga, Aji Dulce, Tomate de Mesa, Zanahoria, Repollo, Brocoli, Habichuela
Chiriquí	Bugaba	Volcán	45	173	19,064	Corta, Pimenton,
Chiriquí	Gualaca	Hornito	63	25	33,332	Tomate de Mesa, Cilantro, Lechuga, Repollo,

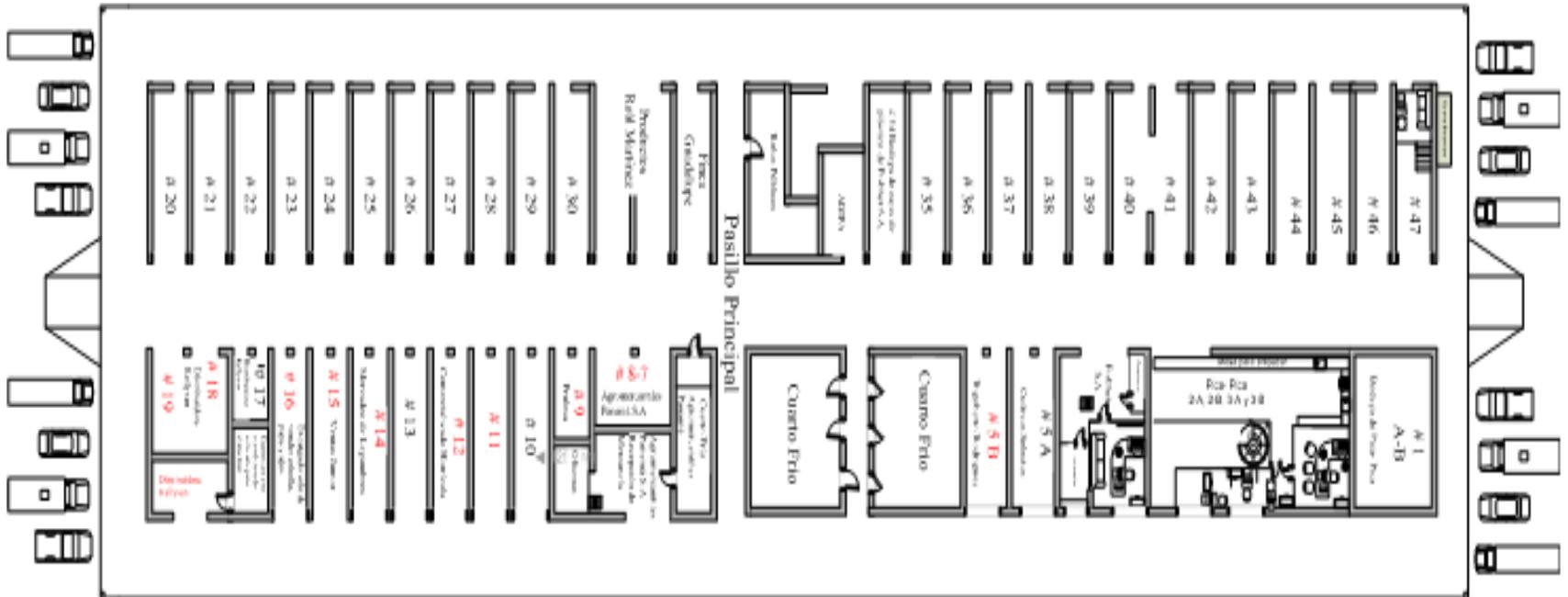
Fuente: Secretaria de la Cadena de Frio (2012)



DISEÑO

de una Plataforma Logística
para el Sector Agrícola

Recolección de datos

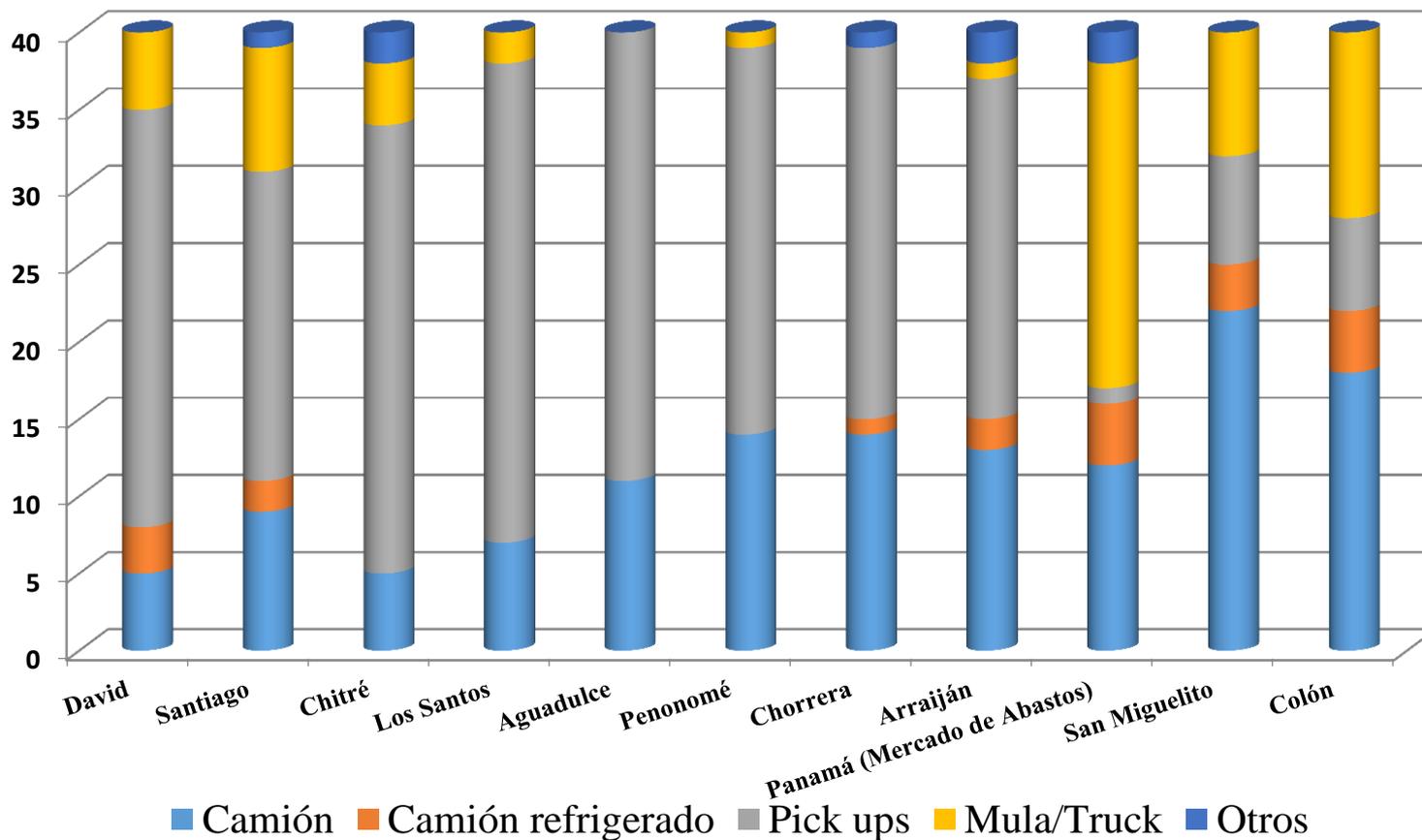


Mercado de Abastos Central de Panama / Almacén de legumbres.



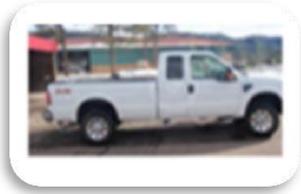
Recolección de datos

¿En que tipo de vehículos se transportó lechugas a los mercados publicos?





Recolección de datos

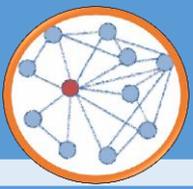


Capacidad de vehículos (en cajas de 40 lbs.)	Cantidad de cajas
Pickups	25 - 30
Camiones	65 - 70
Mulas/Trucks	140 - 150

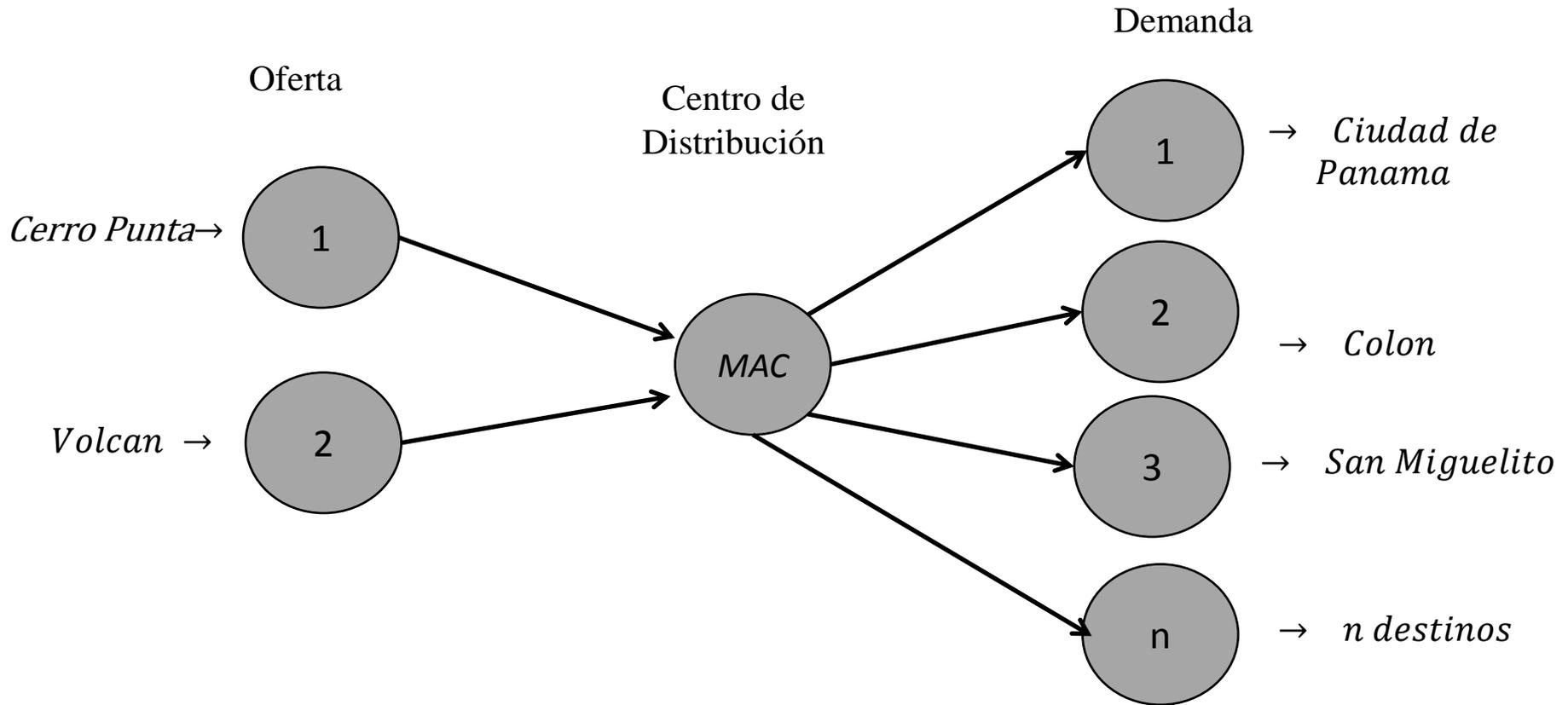
Fuente: Entrevistas propias realizadas en 2012 y 2013.

Tipo de unidad de carga	Cantidad	%
Caja de 40 lb de madera	30	73%
Caja de 80 lb de plástico	7	17%
Caja plástica de 40 lb	0	0%
Caja de 25 lb de plástico	2	5%
Caja de 50 lb de plástico	2	5%
Total	41	100%

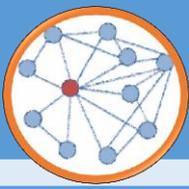
Fuente: Entrevistas propias realizadas en 2012 y 2013.



Recolección de datos



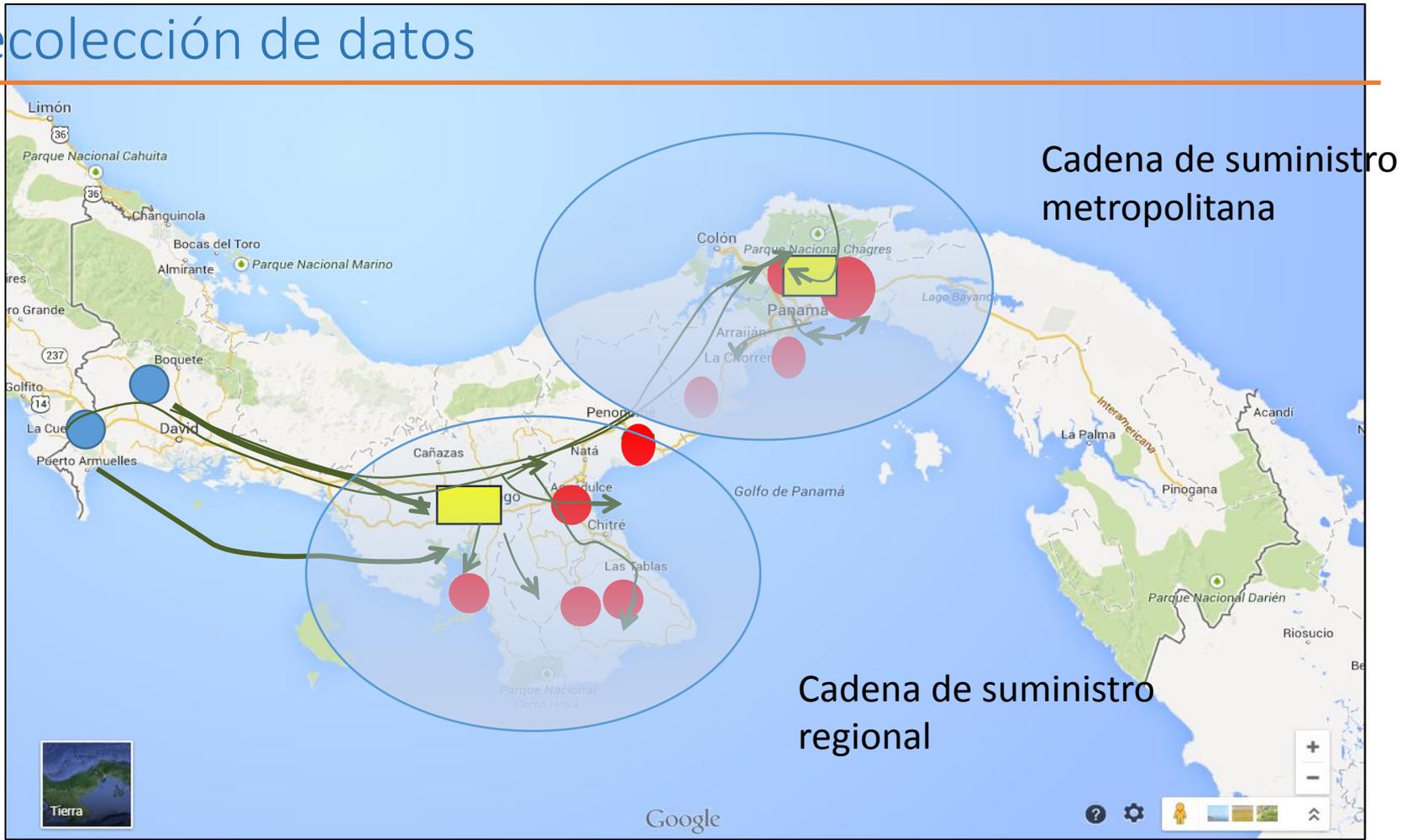
Confeción de red de transporte de lechuga



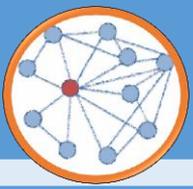
DISEÑO

de una Plataforma Logística
para el Sector Agrícola

Recolección de datos



Cadena de suministro: “Lechuga”

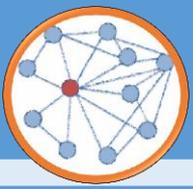


Desglose de costos logísticos



Costo de producción	X %
Costo de empaque	X %
Costo de flete	X %
Costo de manipulación	X %
Costo de almacenamiento	X %
Venta*	X %

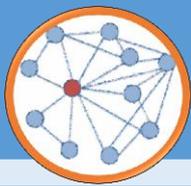
B/.30,00



Cadena de valor agrícola: ¿Intermediarios?

- Maquinaria
- Semillas
- Fertilizantes
- Insecticidas
- Mano de obra

Cosecha



Desglose de costos logísticos



Costo de producción **19,1 %**

Costo de empaque X %

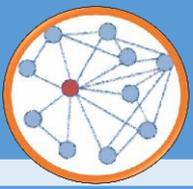
Costo de flete X %

Costo de manipulación X %

Costo de almacenamiento X %

Venta* X %

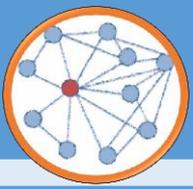
B/.30,00



Cadena de valor agrícola: ¿Intermediarios?

Transporte

- Unidad de carga
- Equipos de transporte
- Manejo de la carga
- Gestión diaria de recepción, exposición del producto en puesto de venta del mayorista y almacenamiento de stock
- Reposición y control de mermas

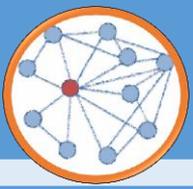


Desglose de costos logísticos



Costo de producción	19,1 %
Costo de empaque	4,2 %
Costo de flete	5,9 %
Costo de manipulación	0,5 %
Costo de almacenamiento	0,8 %
Venta*	X %

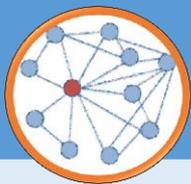
B/.30,00



Cadena de valor agrícola: ¿Intermediarios?

Mercado

- Marketing
- Costo de inventario
- Mano de obra
- Sistemas tecnológicos
- Refrigeración
- Disponibilidad en estantería (*on-shelf availability*)



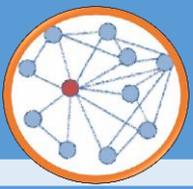
Desglose de costos logísticos



Costo de producción	19,1%
Costo de empaque	4,2%
Costo de flete	5,9%
Costo de manipulación	0,5%
Costo de almacenamiento	0,3%
Venta*	70%

B/.30,00





Desglose de costos logísticos



Costo de producción	19,1%
Costo de empaque	4,2%
Costo de flete	5,9%
Costo de manipulación	0,5%
Costo de almacenamiento	0,3%
Venta*	70%

B/.30,00

¿intermediarios?



Cadena de valor agrícola: ¿Intermediarios?

Cosecha

19,1%

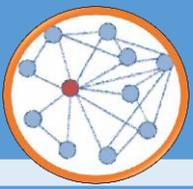
Transporte

10,9%

Mercado

70 %





Cadena de valor agrícola: ¿Intermediarios?

Cosecha

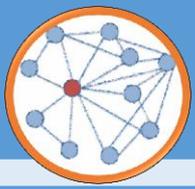
12,5%

Transporte

7,1%

Mercado y **SM**

45,7 % 34,8 %



Modelo matemático

$$\min Z = \sum_i \sum_j C_{ij} x_{ij} + \sum_i \sum_j \sum_k B_{ijk} y_{ij}^{(k)}$$

sujeto a:

- Satisfacer capacidad $\sum_i x_{ij} \leq S_i \quad \forall j$
- Satisfacer demanda $\sum_j x_{ij} \geq D_j \quad \forall i$
- No inventario en los centros de trasbordo $\sum_i x_{il} = \sum_j x_{li} \quad \forall l$
- Capacidad de los transportes para cada nodo $\sum_j A_k y_{ij}^{(k)} - \sum_j x_{ij} \leq 0$
- Disponibilidad de equipo $\sum_k \sum_j y_{ij}^{(k)} \leq N_i^{(k)} \quad \forall k, j$
- Capacidad de los centros de almacenamiento o distribución $\sum_i x_{il} \leq W_l$
- $x_{ij}; y_{ij}^{(k)} \in I; \forall \begin{cases} i = 1, \dots, n \\ j = 1, \dots, m \\ l = 1, \dots, L \end{cases}$



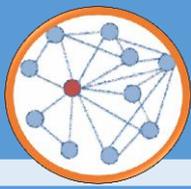
DISEÑO

de una Plataforma Logística
para el Sector Agrícola

¿Que hace el modelo?

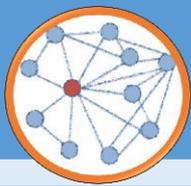


Estrategia de distribución en base a la demanda



Estructura del modelo

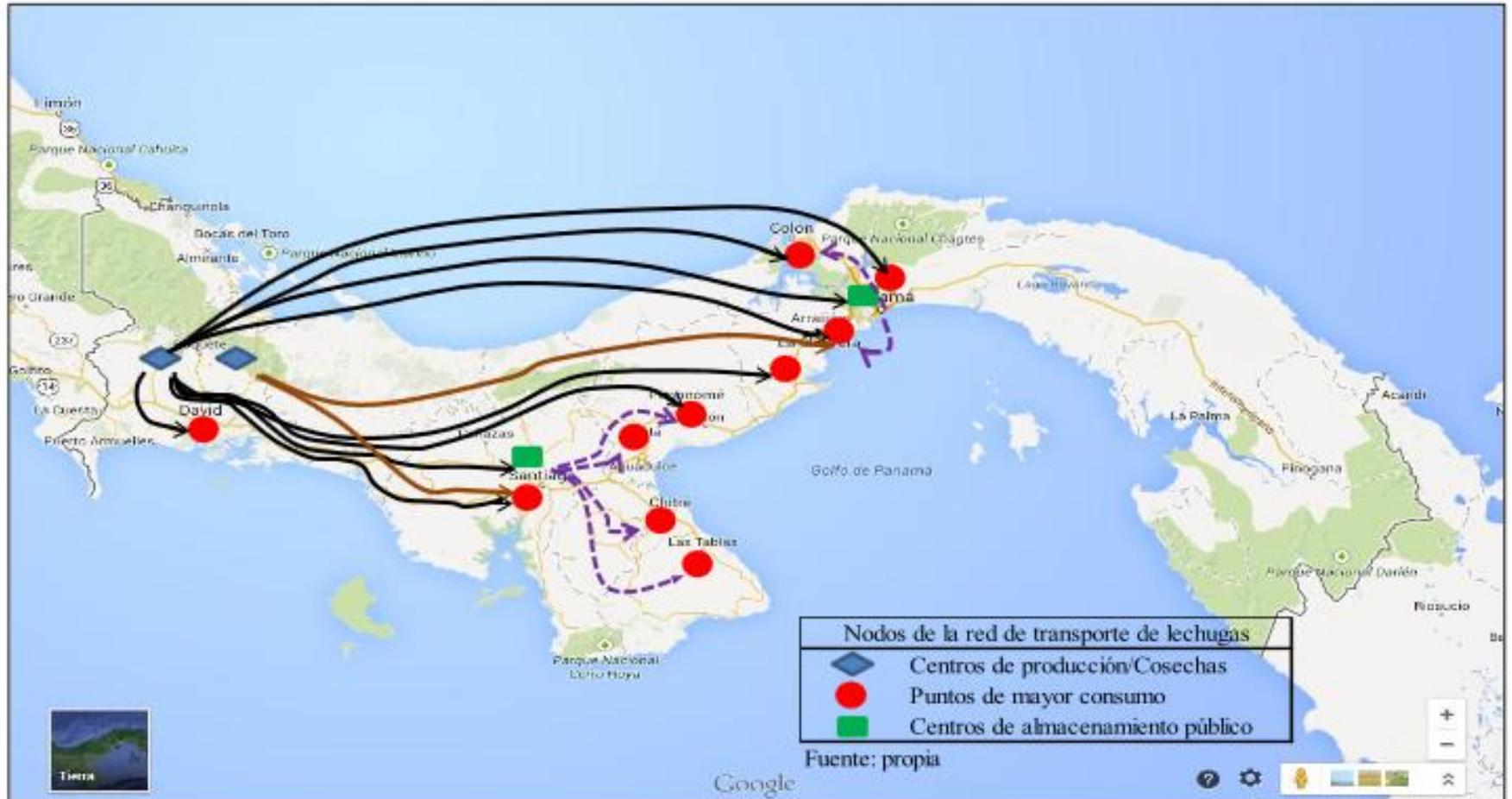
	Pick up	Camión	Mula
Capacidad de vehículo (en cajas de 40 lbs.)	35	75	250
Combustible	\$ 70.00	\$ 100.00	\$ 600.00
Costo de transporte (flete)	\$ 1.25	\$ 1.25	\$ 1.25
Costo de empaque	\$ 1.75	\$ 1.75	\$ 1.75
Costo de manipulación (en cajas de 40 lbs.)	\$ 0.05	\$ 0.05	\$ 0.05
Mano de obra (por viaje)	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 25.00
Costo de mover vehículo (por viaje)	\$ 95.00	\$ 125.00	\$ 625.00



DISEÑO

de una Plataforma Logística
para el Sector Agrícola

Resultados del modelo: Situación actual





Resultados del modelo: Situación actual

Cantidad de cajas de lechugas de 40 libras movidas desde los centro de producción al destino final y mercados públicos.

Desde/Hacia	David	Mercado Santiago	Santiago	Chitré	Las Tablas	Aguadulce	Penonomé	Chorrera	Arraiján	Mercado de Panama	Ciudad de Panamá	San Miguelito	Colón
Cerro Punta	500	611	455	105			35	525	447	495	1080	420	500
Boquete			8					53					

Cantidad de cajas de lechugas de 40 libras movidas desde los mercados públicos hasta el destino final.

Desde/Hacia	David	Mercado Santiago	Santiago	Chitré	Las Tablas	Aguadulce	Penonomé	Chorrera	Arraiján	Mercado de Panama	Ciudad de Panamá	San Miguelito	Colón
Mercado de Santiago				220	125	138	128						
Mercado de Panamá											420		75



Resultados del modelo: Situación actual

Resumen de la optimización de la red de transporte de lechugas actual	
Costo total de transporte	
Costo de mover cajas	B/. 11,147.50
Costo de asignar vehículos	B/. 8,295.00
Total	B/. 19,442.50
Total de vehículos usados	
Pickups	51
Camiones	35
Mulas	7
Total	93

% del costo de transporte en el precio final.

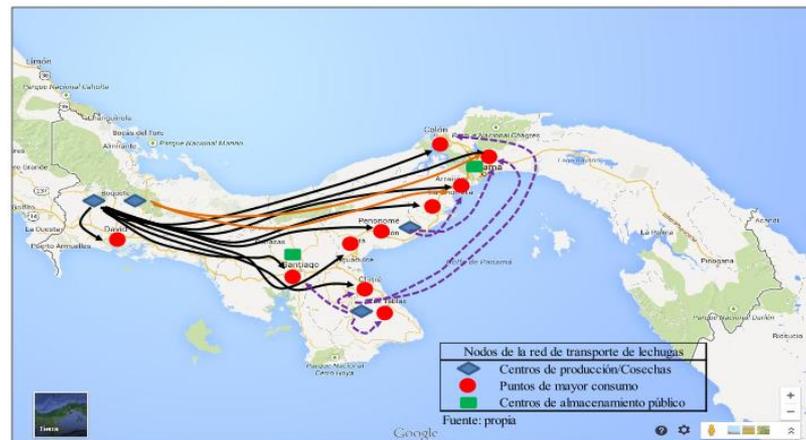
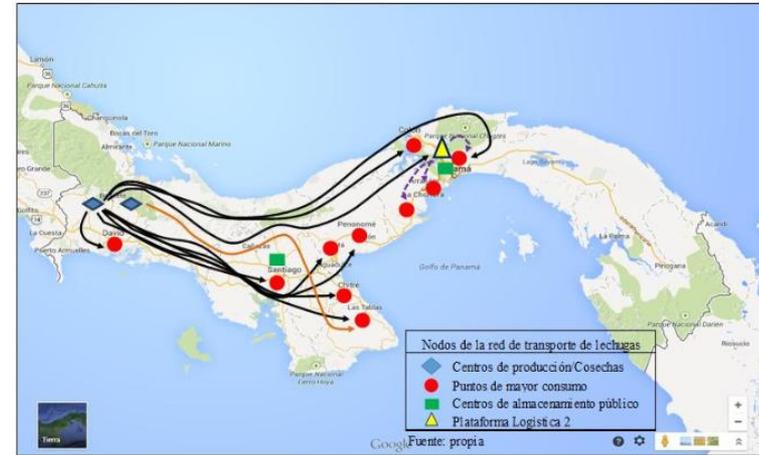
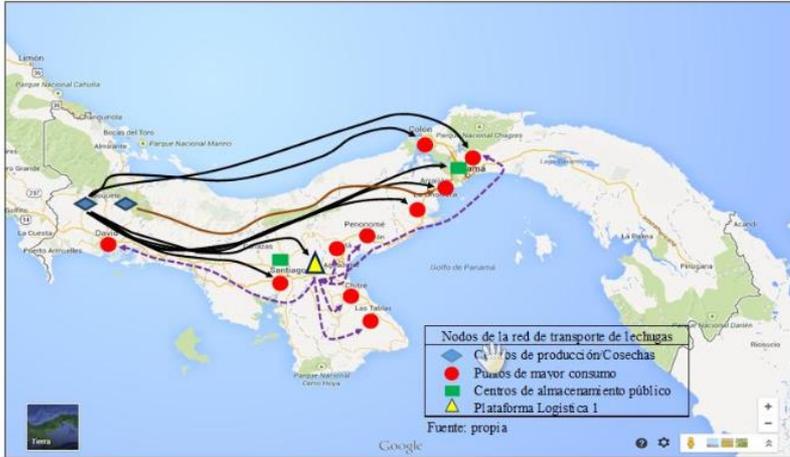
% del costo de transporte	
Precio promedio (por cajas 40 lb.)	B/. 12.0
Total de cajas movidas (por semana)	5,264
Valor total (primera semana)	B/. 63,168.0
Costo total de transporte	B/. 19,442.5
% del costo de transporte en valor final del producto	30.8%

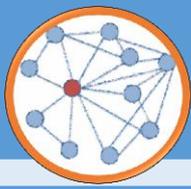


DISEÑO

de una Plataforma Logística
para el Sector Agrícola

Resultados del modelo: otros escenarios

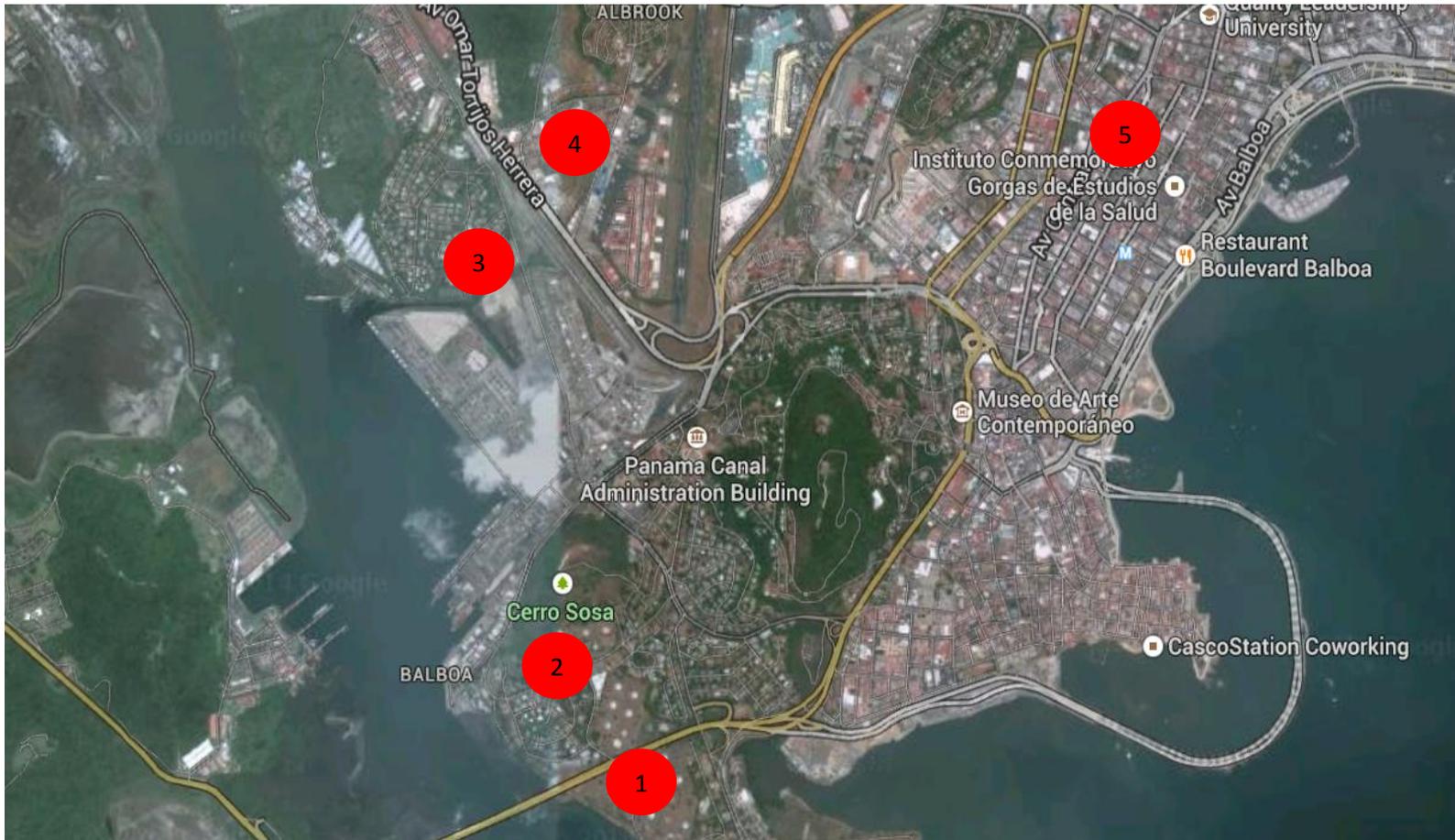


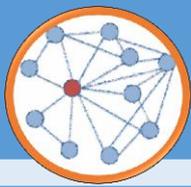


DISEÑO

de una Plataforma Logística
para el Sector Agrícola

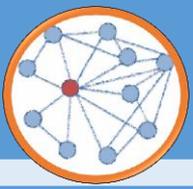
Diseño conceptual de la plataforma logística





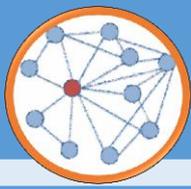
Conclusiones

- El modelo de optimización agrícola de la lechuga determinó que la ubicación ideal para disminuir el costo logístico es localizar la plataforma cerca del mercado más grande para obtener un ahorro de 3.2 por ciento en el costo logístico final o aproximadamente 1.0 dólares por caja.
- Se comprobó que si se incentiva la producción agrícola nacional y se mejoran los demás centros de cultivo y producción cercanos a la demanda mayor, se aumentaría la oferta y se reducirían los costos de transporte hasta 2.4 por ciento.
- La política de distribución configura la red de transporte de la lechuga al uso de vehículos de mayor tamaño (mulas y camiones) y emplea una menor cantidad de pickups.
- El costo logístico promedio que se obtuvo en las entrevistas y encuestas (11.2 %), estuvo cerca del costo logístico obtenido del modelo (12.3 %). Por lo tanto, los transportistas podrían estar formulando equivocadamente su estrategia de cobro en el servicio de transporte.
- Existen limitaciones en la información manejada por los diferentes entes del mercado sobre costos, cantidades producidas, mermas y políticas de mercado, y que información existente difiere de manera importante dependiendo la fuente de origen.
- Se encontró que algunos transportistas practican la planeación del viaje de retorno



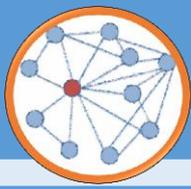
Trabajo futuro

- Programación de algoritmo con multi-periodos y multi-productos para que las plataformas logísticas y los almacenes públicos puedan almacenar inventario en busca de encontrar una estrategia de distribución mejor.
- Analizar las estrategias de producción-transporte con la cadena de frío.
- Desarrollo de estrategias de planificación de retorno.
- Integración de activos logísticos.
- Modelo para simulación discreta.



Agradecimientos

- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ (UTP)
 - Estudiante Jose Manuel Castrellón – Tesis de la plataforma computacional
 - Ricardo Caballero y Ana Quintero – Tesis de la plataforma en Chiriquí
 - Programa de maestría en cadena de suministro del Georgia Tech
- UNIVERSIDAD MARÍTIMA INTERNACIONAL DE PANAMÁ
 - Andrés Orozco – Tesis de Maestría
- Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Investigación (SENACYT)
 - Proyecto de investigación y desarrollo (I+D) FID-IP-069
- Secretaria de Cadena de Frio
 - Ing. Carlos García (Sub-secretario)
- Asistentes de investigación



Preguntas



Mil gracias por su atención,

humberto.alvarez@utp.ac.pa

www.academia.utp.ac.pa/humberto-alvarez