

**Modelo de desarrollo para la ejecución de la solución verde “La quínoa de todos para todos” como parte del Fortalecimiento de Negocios Verdes
Provincia Guavio, Cundinamarca**

PROYECTO DE GRADO

Isabella Marmolejo Zúñiga

Asesora: María Catalina Ramírez Cajiao

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
2014



Cultivo de quínoa de Cristella Rodríguez. 21 de septiembre 2014.

Tabla de contenido

Introducción	3
Marco teórico	4
Empoderamiento	4
Ingenieros sin Fronteras.....	4
Misión.....	5
Visión.....	5
Proyecto: Fortalecimiento Negocios Verdes Comunitarios Provincia del Guavio	5
Negocios Verdes.....	5
Fortalecimiento Negocios Verdes Comunitarios Provincia del Guavio.....	6
La quínoa de todos para todos.....	6
La quínoa	6
Usos de la quínoa	8
Región Andina	11
Clima.....	11
Provincia del Guavio	11
Guasca	14
Agricultura	14
Agricultura orgánica.....	6
Agricultura en Colombia	6
Objetivos	16
Objetivos generales.....	16
Objetivos específicos.....	16
Metodología	16
Modelo de optimización de la distancia entre fincas	16
Cálculo de un precio de venta estándar	21
Modelo Canvas	23
Conclusiones	24
Bibliografía	26
ANEXOS	28

Introducción

La región del Guavio está haciendo parte de un proceso de educación y surgimiento en temas de desarrollo económico por medio de negocios verdes. La agricultura es uno de los principales enfoques, pues tener productos provenientes de los municipios de la provincia del Guavio – todos con certificación de procesos limpios – significa un factor diferenciador y atractivo para los consumidores. En el municipio de Guasca existe un inmenso potencial para la agricultura orgánica puesto que no sólo existen las ventajas de las características físicas como el clima, la altura y la calidad de los suelos, sino que la población representa un nicho que cuenta con información tradicional sobre el cultivo de la quínoa y el amaranto. Asimismo, existe un bajo riesgo en el cultivo de quínoa en los suelos de Colombia, en este caso de Guasca, dada la posición astronómica de Colombia y su clima tropical. La quínoa es un pseudocereal que tiene la capacidad de crecer en ambientes extremos, dado que se han visto crecer en suelos pobres y de grandes alturas.

Considerando lo mencionado, y teniendo en cuenta los esfuerzos ya en curso de la organización de Ingenieros sin Fronteras en la región del Guavio, el objetivo es plantear un proyecto de producción de quínoa en Guasca y empoderar a los productores de la unidad. El proyecto busca organizar la producción de las diferentes fincas de los productores que para la fecha son 9 con un total de 22,397m². La cantidad de fincas aumentaría en la medida que estos nueve participantes consoliden la asociación de productores de quínoa de Guasca y consideren que algún nuevo productor cumple con los requisitos necesarios y está orientado hacia el mismo propósito de la asociación. Para poder escoger cuál es el mejor orden de sembrado de las fincas se utilizó el conocimiento sobre métodos de optimización por medio del programa Xpress IVE.

Adicionalmente, se buscó abordar un problema que tenía la unidad productiva en cuanto la comercialización de su producto. A pesar de que algunos de los productores tienen experiencia cultivando quínoa por varios años ya, no tenían claro cuál debía ser el precio al que se debería vender el kilo de quínoa. Se abordó este problema planteando un modelo de punto de equilibrio que supone se habrá sembrado en todas las fincas de los productores de la asociación (siguiendo los resultados del modelo de optimización en Xpress IVE). La cosecha y venta de la quínoa cubrirá los costos de producción de la asociación en su totalidad así como fue acordado con los productores.

Finalmente, como parte de los esfuerzos se ha buscado guiar a los productores de la asociación potencial para que se consoliden como empresa en el futuro cercano para poder formalizar el proceso y comercializar la quínoa como producto de la asociación. Contando con esto, el comercializador de productos orgánicos transformados Arturo Reyes es un posible comprador de la quínoa de la asociación al por mayor.

Marco teórico

Empoderamiento

El empoderamiento se puede definir como una situación concebida por el fortalecimiento de competencias personales, influenciadas por la utilización de maniobras oficiales y prácticas informales, que harán que los trabajadores se desempeñen de una forma más adecuada en la organización. Los trabajadores que manejan empoderamiento tienen un sentido intrínseco de orgullo por sus construcciones y aportes a las organizaciones; al relacionar las fortalezas individuales, capacidades y conductas proactivas (Giraldo, 2012).

Según Giraldo, para alcanzar el empoderamiento se hace indispensable una estructura organizacional plana, donde se facilite el liderazgo, se maneje niveles de comunicación abiertos y honestos. Además que hayan relaciones de alianza que inmersas en pensamientos críticos, sean flexibles tanto para el aprendizaje como para la toma de decisiones, retroalimentación sobre el desempeño, sistema de incentivos los cuales son factores que entrelazados buscan convertir a los empleados en gestores de su propio puesto de trabajo (2012).

Desde un enfoque básicamente individual, o desde una perspectiva más social o política, parecería haber coincidencia en que el empoderamiento se dirige a fortalecer y potenciar todo sector poblacional excluido o que soporta condiciones de vulnerabilidad. (Crespo et al. 2007)

Ingenieros Sin Fronteras

Ingenieros Sin Fronteras - Colombia es una organización constituida por la Universidad de los Andes y la Corporación Universitaria del Minuto de Dios, cuyo propósito es el mejorar la calidad de vida de comunidades marginales del país mediante proyectos de ingeniería que sean sostenibles, económica y culturalmente viables, y que permitan desarrollar en los estudiantes e involucrados una conciencia social y medioambiental.

Para lo anterior, se vinculan profesores, estudiantes y egresados que proponen soluciones integrales dónde se unen las transferencias tecnológicas con estrategias de intervención comunitaria. Todo esto se realiza en un contexto de investigación científica que busca generar conocimiento. De este modo se promueve la justicia social, un mejoramiento cultural y económico del país y se incentiva la responsabilidad social y medioambiental.

Las intervenciones de ISF-COL funcionan de tal manera que todos los esfuerzos por mejorar la situación de la población estén alineados con los planes de la administración estatal y con los

Objetivos del Milenio propuestos por las Naciones Unidas, los cuales se enfocan en erradicar la pobreza y el hambre.

Por esta razón la intervención de ISF-COL busca generar autonomía de las comunidades, lo cual se logra a través de metodologías que las involucran en el desarrollo de proyectos, permitiendo que sean ellas quienes se encarguen de buscar soluciones permanentes y sostenibles.

Misión de Ingenieros sin Fronteras

Ingenieros Sin Fronteras Colombia es un grupo de trabajo interinstitucional, que desarrolla proyectos en temas de Agua y Emprendimiento, con el fin de generar espacios de Aprendizaje Activo para sus estudiantes, y construir oportunidades de desarrollo con las comunidades, que participan como beneficiarios y co-investigadores.

Visión al 2015 de Ingenieros sin Fronteras

En el año 2015, el grupo ISF Colombia será reconocido como un Grupo de Investigación interinstitucional, distinguido por su aporte al desarrollo de la Provincia del Guavio, por medio de sus proyectos en temáticas de Agua y Emprendimiento Comunitario, con un profundo componente de sostenibilidad y autonomía comunitaria, convirtiéndose en ejemplo de trabajo entre universidades. (ISF)

Proyecto: Fortalecimiento Negocios Verdes Comunitarios Provincia del Guavio (Cundinamarca)

Negocios verdes

Negocios Verdes, son propuestas económicamente sostenibles que tengan un impacto ambiental positivo respecto a la minimización de daños, restauración y cuidado de los recursos naturales y que a su vez permitan la inclusión e integración de los jóvenes y la comunidad del Departamento de Cundinamarca en general. (UNIMINUTO, 2013)

Un Negocio Verde es una actividad empresarial relacionada con producción de bienes o prestación de servicios que cumple con tres requisitos:

- Rentabilidad económica.
- Sostenibilidad ambiental.
- Socialmente equitativa.

El proyecto “Fortalecimiento de Negocios Verdes Comunitarios Provincia del Guavio”

El proyecto “Fortalecimiento de Negocios Verdes Comunitarios Provincia del Guavio” (FNV) es una iniciativa que surge gracias a la existencia de dos grandes alianzas. En primera instancia, el proyecto nace gracias a la iniciativa académica del grupo Ingenieros Sin Fronteras Colombia (en convenio entre la Universidad de los Andes y la Corporación Universitaria Minuto de Dios), que desde el año 2012, focaliza sus esfuerzos en la región del Guavio y detecta como potencial enfoque de trabajo las tendencias mundiales que giran alrededor de iniciativas comerciales en busca de la minimización de sus impactos ambientales y sociales conocidos como negocios verdes (Dean & McMullen, 2007).

En segunda instancia, el proyecto se ejecuta y se transforma en una realidad en el año 2014 gracias al convenio Especial de Cooperación No. SCTel 019 de 2013 entre Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO) y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Gobernación de Cundinamarca que enmarca al Parque Científico de Innovación Social. De esta forma, el proyecto se puede definir como una iniciativa pública- académica, que ha permitido entrelazar no solamente los recursos existentes de las instituciones involucradas sino las aspiraciones por generar impacto regional desde los diversos campos de experticia y acción.

La quínoa de todos para todos

El proyecto de “La quínoa de todos para todos” surgió como resultado del Laboratorio de Soluciones Verdes durante el mes de junio de 2014. Considerando los beneficios nutricionales que trae la quínoa, la propuesta de solución verde busca que los consumidores conozcan estos beneficios y crear una asociación agraria para el cultivo de ésta.

Como propuesta el equipo presentó “Plan de desarrollo “La quínoa de todos para todos” que con ayuda del gobierno municipal y de los productores de quínoa de la región de Guasca se busca instaurar al municipio como la “capital mundial de la quínoa”. Esto se proyecta llevar a cabo a través de un plan piloto en colegios, que capacite y genere conciencia sobre el consumo de la quínoa para progresivamente e introducirla en su dieta diaria de forma que se pueda mejorar nutrición infantil. Para ayudar a la sostenibilidad de los productos que se generen, se buscaría una integración entre empresarios y entidades financieras que permitan el desarrollo tecnológico en el proceso de la quínoa. Por último, para la propuesta es importante poder unir la quínoa con el ecoturismo evidenciando a la quínoa como producto autóctono: “viviendo la quínoa”. (Duarte, 2014)

La quínoa

La quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un pseudocereal domesticado de la zona Andina en Suramérica. Es el único alimento vegetal que posee todos los aminoácidos esenciales, oligoelementos y vitaminas y no contiene gluten. Los aminoácidos esenciales se encuentran en el núcleo del grano, a diferencia de otros cereales que los tienen en el exosperma o cáscara, como el arroz o trigo. Los cultivos de quínoa tienen un alto contenido nutricional y son resistentes a los ambientes extremos, y se han visto crecer en suelos pobres y de grandes alturas. (FAO, 2011)

Ha sido evidente que la quínoa tiene excelentes características químicas que significan una ventaja nutricional importante para su comercialización. Para poder poner en perspectiva estas cualidades se puede hacer una comparación directa de los compuestos químicos que contiene la quínoa con otros cereales y legumbres.

Tabla 1. Compuestos químicos de la quínoa, algunos cereales y legumbres (Jancurová, et al., 2009, p.73)

(g/100 g peso en seco)

Chemical	Quínoa	Cebada	Maíz	Rice	Trigo	Avena	Centeno	Frijol	Lupino	Soya
Proteína	16.5	10.8	10.2	7.6	14.3	11.6	13.4	28.0	39.1	36.1
Grasas	6.3	1.9	4.7	2.2	2.3	5.2	1.8	1.1	7.0	18.9
Fibra	3.8	4.4	2.3	6.4	2.8	10.4	2.6	5.0	14.6	5.6
Ceniza	3.8	2.2	11.7	3.4	2.2	2.9	2.1	4.7	4.0	5.3
Carbohidratos	69.0	80.7	81.1	80.4	78.4	69.8	80.1	61.2	35.3	34.1
kcal/100g	399.0	383.0	408.0	372.0	392.0	372.0	390.0	367.0	361.0	451.0

Así como es posible ver en la Tabla 1, la quínoa contiene un valor más alto de gramos de proteína por cada 100gramos de peso. Los aminoácidos correspondientes a ese nivel de proteína son los siguientes:

Tabla 2. Aminoácidos esenciales en la quínoa y otros alimentos. (Koziol, 1992)

(g/100 g proteína)

	Quínoa	Maíz	Arroz	Trigo	Frijol	Leche	Índice FAO
Histidina	3.2	2.6	2.1	2	3.1	2.7	2.6
Isoleucina	4.9	4	4.1	4.2	4.5	10	4.6
Leucina	6.6	12.5	8.2	6.8	8.1	6.5	9.3
Lisina	6	2.9	3.8	2.6	7	7.9	6.6
Metionina	5.3	4	3.6	3.7	1.2	2.5	4.2
Fenilalanina	6.9	8.6	10.5	8.2	5.4	1.4	7.2
Treonina	3.7	3.8	3.8	2.8	3.9	4.7	4.3
Triptófano	0.9	0.7	1.1	1.2	1.1	1.4	1.7
Valina	4.5	5	6.1	4.4	5	7	5.5

Sin embargo, a pesar de tener las cualidades para ser un alimento funcional y tener un uso como ingrediente bioactivo, actualmente el cultivo de quínoa sigue muy bajo (Valcárcel-Yamani & Caetano da Silva Lannes, 2012). Según el FAOSTAT, en 2009 la producción de quínoa fue 39,397 toneladas en Perú, 28,276 en Bolivia y 746 en Ecuador y aún así no se cumple con la demanda existente.

Usos

La quínoa puede servir como un reemplazo del arroz, como un cereal, hervir en agua para hacer comida para bebés, incluso reventar las semillas para hacer palomitas de quínoa o pueden ser molidas y utilizadas como harina. Para hacer mezclas entre la harina de maíz y/o la harina de trigo, es posible utilizar un 10-13% de harina de quínoa para hacer pan, 30-40% para hacer pasta y 60% para hornear galletas dulces. (Jancurová, et al., 2009, p.77)



Taller de cocina, Preparación de arroz con quínoa y pollo con verduras. 8 de octubre 2014. Guasca, Cundinamarca.

Los granos de quínoa han sido utilizados en una gran variedad de comidas. Actualmente es una fuente alimenticia dado su alto contenido proteínico; los altos valores de lisina y metionina convierten los granos e cereales en un atractivo para el balanceo de la nutrición de aminoácidos necesarios.

La quínoa es una solución para aquellos que buscan alimentarse sin gluten, dado que los productos libres de gluten que están disponibles en el mercado son comúnmente considerados de baja calidad y bajo contenido nutricional. (Valcárcel-Yamani & Caetano da Silva Lannes 2012). El hecho de que la quínoa no contenga gluten, puede resultar conveniente para las personas que sufren de enfermedad celiaca o alergias al trigo. El mercado potencial de la quínoa revela la deficiencia en la oferta de las cantidades demandadas.



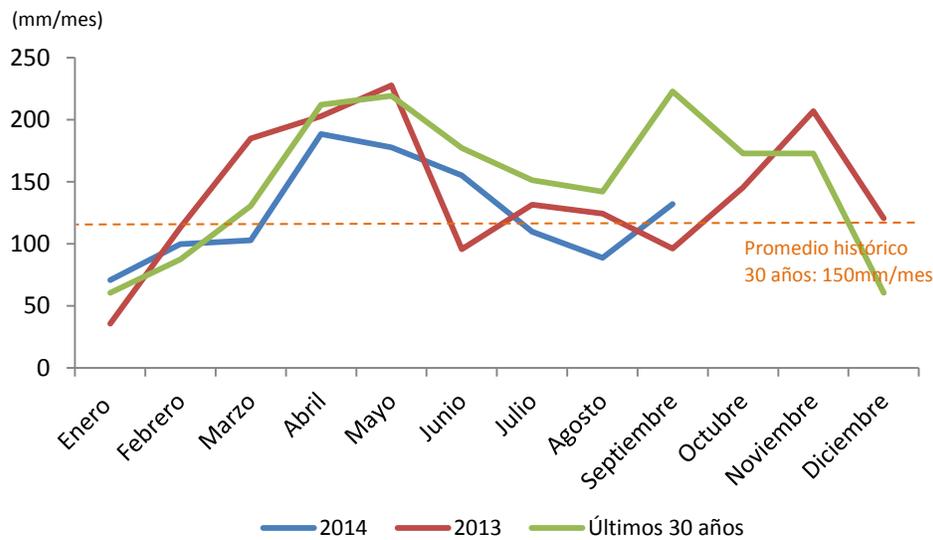
Cultivo de diferentes variedades de quínoa. 21 de septiembre 2014.

Región Andina

Clima

Históricamente, el clima en la región de Cundinamarca ha presentado un mismo comportamiento que depende únicamente del mes del año. Entonces, es posible identificar los meses del año en los que se presentan mayores precipitaciones (clima conveniente para empezar el sembrado) y cuando hay menores precipitaciones (clima que facilita la cosecha).

Gráfico 1. Precipitaciones mensuales durante el 2013, año corrido 2014 y los promedios históricos desde hace 30 años. (IDEAM, 2014)



La provincia del Guavio

La provincia del Guavio representa el 11.6% del área total de Cundinamarca y es la región más extensa con 2,628 km². Cuenta con una población de 79,621 personas – según el censo de 2005 – que habitan en sus 8 municipios: Gachalá, Gama, Guasca, Guatavita, Junín, La Calera, Ubalá y Gachetá. Las viviendas en este territorio son 70.1% rurales y 19.9% urbanas.

Gráfico 2. Distribución de la población de Cundinamarca con datos del 2005

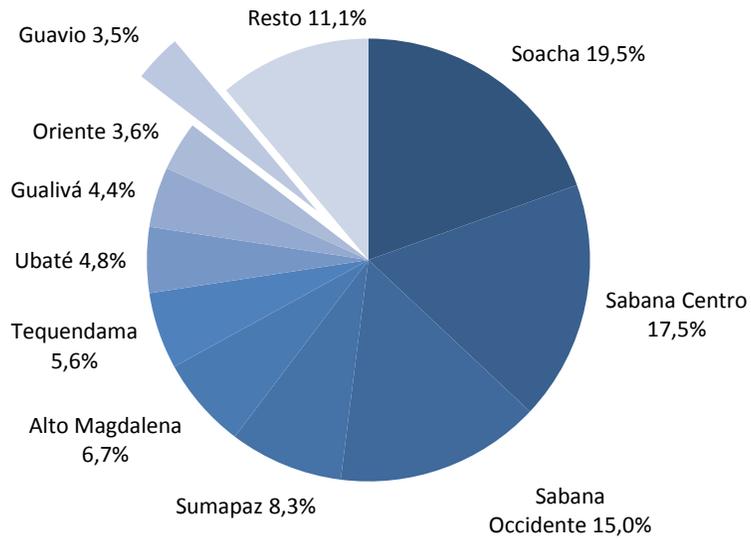
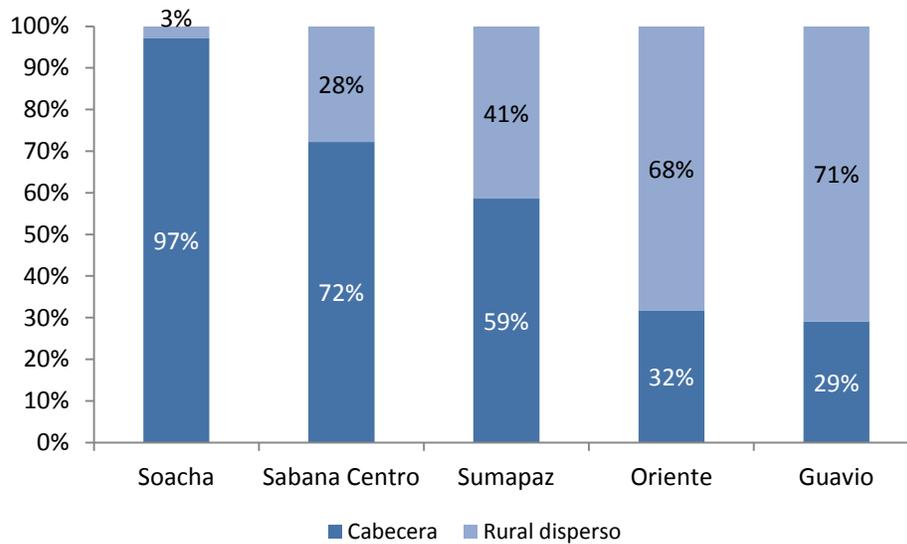


Gráfico 3. Distribución de la población de provincias de Cundinamarca con datos del 2005





Mapa de los municipios de la región del Guavio. Cámara de Comercio de Bogotá.

Gráfico 4. Distribución del PIB de Guavio según municipios con datos del 2005

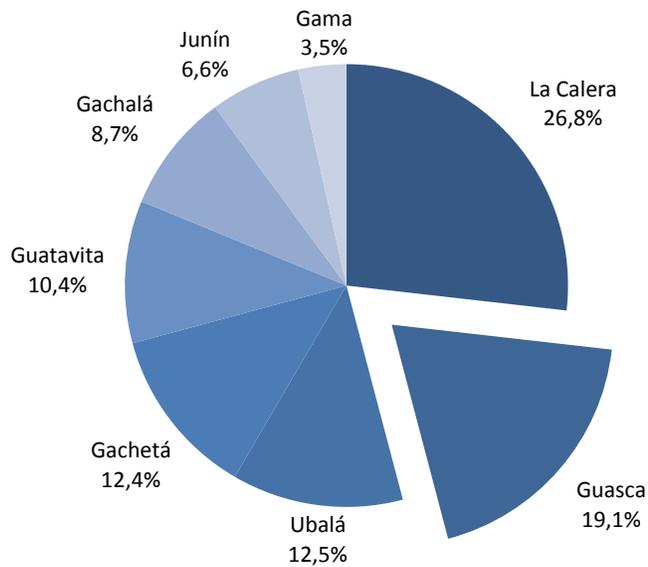
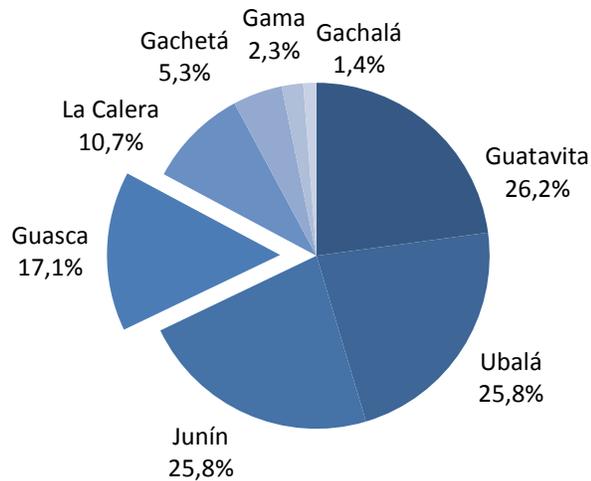


Gráfico 5. Distribución municipal del área cosechada en la provincia de Guavio con datos del 2006



A pesar de que el 71% de la población del Guavio vive en zona rural dispersa, el caso en el que el mayor área es cosechada es en Guatavita con el 26.2%. Por lo tanto, es posible definir que existe una gran extensión de territorio cosechable que no está siendo aprovechado.

Guasca

Guasca es un municipio de la región el Guavio ubicado a 48km de Bogotá con una temperatura promedio de 13°C y un territorio de 346km². Limita con los municipios de Guatavita, Junín, La Calera y Sopó. La economía de este municipio se basa en la agricultura y la ganadería; sus productos son las flores de exportación, la papa, la zanahoria, las fresas y la producción de leche. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2010)

Agricultura

Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y al mismo tiempo, a minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana. La agricultura orgánica involucra mucho más que no usar agroquímicos (FAO

Existen requisitos específicos para certificar la producción orgánica de la mayoría de los cultivos, animales, cría de peces, cría de abejas, actividades forestales y cosecha de productos silvestres. Las reglas para la producción orgánica contienen requisitos relacionados con el período de transición de la finca (tiempo que la finca debe utilizar métodos de producción orgánicos antes de que pueda certificarse; que es generalmente de 2 a 3 años). Entre los

requisitos están la selección de semillas y materiales vegetales; el método de mejoramiento de las plantas; el mantenimiento de la fertilidad del suelo empleado y el reciclaje de materias orgánicas; el método de labranza; la conservación del agua; y el control de plagas, enfermedades y malezas. Además, se han establecido criterios sobre el uso de fertilizantes orgánicos e insumos para el control de plagas y enfermedades.

La demanda de productos orgánicos ha creado nuevas oportunidades de exportación para el mundo en desarrollo. Así, muchas de las técnicas utilizadas como los cultivos intercalados, los fertilizantes naturales y los procesos de postcosecha seguros se practican en el marco de diversos sistemas agrícolas. Lo que distingue a la agricultura orgánica es que, guiada por diferentes leyes y programas de certificación, están prohibidos casi todos los insumos sintéticos y es obligatoria la rotación de cultivos para "fortalecer el suelo" (FAO, 1999).

Agricultura en Colombia

Para 2012, sólo el 3% del territorio nacional estaba siendo usado bajo fines agrícolas, 48.7% estaba cubierto por bosques naturales y colonizados, 34% por actividades pecuarias. El sector agropecuario ha sido uno de los mayores contribuyentes en la economía del país y actualmente aporta el 9% del PIB y el 21% del valor de las exportaciones totales son por ventas de este sector. En cuanto a la generación de empleo, el sector agropecuario genera el 19% del empleo a nivel nacional y el 66% en las zonas rurales. (Sociedad Agricultores de Colombia SAC, Proexport, 2012). Las oportunidades de producción de bienes agrícolas y su posible exportación tienen una gran demanda e implican un modelo de negocio factible y sostenible.

Objetivos

Objetivos generales

Plantear un proyecto de producción de quínoa en el municipio de Guasca, Cundinamarca y empoderar a los productores de la unidad.

Objetivos específicos

- Conocer las necesidades de la unidad de producción por medio de talleres de diseño participativo
- Desarrollar un modelo de optimización que minimice los tiempos y distancias entra las fincas que están en la misma etapa de cultivo para ahorrar costos de producción
- Determinar un precio estándar para la venta de un kilo de quínoa

Metodología y uso de herramientas de Ingeniería Industrial

Modelo de optimización de la distancia entre fincas

Se desarrolló un modelo de optimización que abarcó el territorio de las fincas productoras de quínoa en Guasca y tuvo en cuenta características tales como el área de cada una y la distancia entre ellas. A partir del desarrollo de talleres de diseño participativo se pudo determinar que los costos de producción se reducen si un grupo de un número indeterminado de fincas empieza el ciclo de cultivo al mismo tiempo. Se busca que el trabajo que es necesario en el terreno en cada una de las etapas de la producción implique la menor inversión con los mejores resultados.

Se estableció que, para fines del estudio teórico, la variedad de quínoa que se va a sembrar es la Piartal que tiene un ciclo de producción de 6 a 7 meses. Las etapas del ciclo se dividen en: el tiempo de sembrado y revisión que dura los primeros 70 días, y es el tiempo más crítico que mayor inversión necesita. Cuando este tiempo se cumple, se debe hacer un deshierbe que implica la contratación de jornales. A los tres meses de esto se debe comenzar el proceso de cosecha que aún no tiene un tiempo determinado pero se estima en 1 mes por cada 600 metros, según la experiencia de los productores. En estas etapas de la producción se necesita mano de obra y maquinaria que cobra por hora, así como espacios de secado que deben ser compartidos por más de un productor. Tener varias fincas que requieran del mismo trabajo durante el mismo tiempo implica una optimización de la mano de obra y maquinaria contratada.

Se buscó que las fincas quedaran ordenadas de tal manera que se cumpliera un área entre 0.7 y 1.3 hectáreas en cada grupo de fincas. Esto con el fin de tener entre 2 y 3 grupos de fincas según el modelo de optimización. Dado que la siembra de quínoa se debe hacer cuando hay época de lluvia en el sector, se planteó la idea de tener tres momentos en el año en los que se comience el sembrado. Según la información publicada por el IDEAM, en el gráfico 1. se puede determinar que los meses de Marzo, Mayo y Noviembre hacen parte de los meses con una precipitación superior al promedio histórico y resultan convenientes para empezar el sembrado.

La definición del modelo de optimización planteado es el siguiente:

Conjuntos

F : Conjunto de fincas

G : Conjunto de grupos

Parámetros

d_{ij} : La distancia entre la finca $i \in F$ y la finca $j \in F$

a_i : Área de la finca $i \in F$

l : Número máximo de metros cuadrados que puede tener un grupo

u : Número mínimo de metros cuadrados que puede tener un grupo

Variables de decisión

x_{ig} : Variable que toma el valor 1 si la finca $i \in F$ se asigna al grupo $g \in G$, 0 de lo contrario.

y_{ijg} : Variable que toma el valor 1 si la finca $i \in F$ y la finca $j \in F$ están asignadas al grupo $g \in G$, 0 de lo contrario.

z_g : Variable que indica si el grupo $g \in G$ tiene fincas asignadas, 0 de lo contrario.

Función Objetivo

$$\min \sum_{i \in F} \sum_{j \in F} \sum_{g \in G} d_{ij} * y_{ijg}$$

Restricciones

R1: Todas las fincas deben ser asignadas a un grupo

$$\sum_{g \in G} x_{ig} = 1 \quad \forall i \in F$$

R2: Todos los grupos deben tener un área mayor al límite mínimo l

$$l * z_g \leq \sum_{i \in F} x_{ig} * a_i \quad \forall g \in G$$

R3: Todos los grupos deben tener un área mayor al límite máximo u

$$\sum_{i \in F} x_{ig} * a_i \leq u * z_g \quad \forall g \in G$$

R4: Cota inferior para que la variable y_{ijg} indique si las fincas i y j están en el grupo g

$$y_{ijg} \geq x_{ig} + x_{jg} - 1 \quad \forall i \in F$$

$$\forall j \in F | j \neq i$$

$$\forall g \in G$$

R5: Cota superior para que la variable y_{ijg} indique si las fincas i y j están en el grupo g

$$y_{ijg} \leq \frac{x_{ig} + x_{jg}}{2} \quad \forall i \in F$$

$$\forall j \in F | j \neq i$$

$$\forall g \in G$$

Este modelo fue construido con el fin de ser utilizado por la asociación de cultivadores de quínoa de Guasca para agrupar las fincas consiguiendo una distancia óptima entre ellas. Considerando que la asociación puede ser creada con una menor o mayor cantidad de fincas que las que fueron estipuladas para este modelo, se buscó que sólo fuese necesario cambiar los parámetros de entrada del modelo para poder acoger estos cambios. En el ANEXO 5 se pueden ver los parámetros utilizados con la información disponible hasta el momento.

El límite superior u y el límite inferior l se calculan dependiendo del área total disponible y de la cantidad de grupos de fincas que se quieran formar. En este caso, se buscó que el modelo optimizara el problema y resultara en una solución con 2 o 3 grupos de fincas. Entonces los límites de área se calcularon como:

$$l = \frac{\text{Área total disponible}}{3.5}$$

$$u = \frac{\text{Área total disponible}}{1.5}$$

Es importante resaltar que en este caso se buscaba una solución óptima con 2 o 3 grupos y por eso se hace la división del área en un rango que incluya ambas posibilidades. Con un rango de 1.5 a 3.5, se está tomando 0.5 por debajo del menor número (2) y 0.5 por encima del mayor número (3). Esto se hace con el fin de dejar un margen que permita que las fincas queden agrupadas de forma óptima a pesar de que no tienen la misma área y el modelo igualmente no creará grupos parciales.

En el caso de buscar una solución con un solo número de grupos posibles n , se determinan los límites como:

$$l = \frac{\text{Área total disponible}}{n + 0.5}$$
$$u = \frac{\text{Área total disponible}}{n - 0.5}$$

La solución óptima para este problema es la siguiente:

La finca A1 se asignó al grupo 7

La finca A2 se asignó al grupo 9

La finca B se asignó al grupo 7

La finca E se asignó al grupo 9

La finca F se asignó al grupo 3

La finca G se asignó al grupo 3

La finca H se asignó al grupo 3

La finca I se asignó al grupo 3

La finca J se asignó al grupo 3

El área del grupo 3 es de 0.7

El área del grupo 7 es de 0.76

El área del grupo 9 es de 0.79

El resultado final es:

Tabla 3. Resultados modelo de optimización para organizar la producción de quínoa

Grupo	Fincas	Área total (m ²)	Distancia óptima (km) ¹
3	F, G, H, I, J	7577	15.35
7	A1, B	7819	18.10
9	A2, E	7001	13.10



Discusión de modificaciones al modelo de optimización para ajustarlo a la realidad. Asistido por Arturo Reyes. 8 octubre, 2014. Guasca, Cundinamarca.

¹ Distancia óptima: La distancia más corta que asegura que se recorren todas las fincas del grupo.

Cálculo de un precio de venta estándar

A partir de los talleres de diseño participativo, fue posible conocer que gran parte del problema de la formalización del negocio del cultivo de quínoa en Guasca es que no existe un precio estándar ni una referencia que permita un comercio justo. Considerando que como propósito del proyecto de Fortalecimiento de Negocios Verdes Comunitarios en la Provincia del Guavio, y en específico de la solución de “La quínoa de todos para todos” está empoderar a los productores de su negocio productivo, se plantearon unos costos teniendo en cuenta la experiencia de ellos. Para generar un sentido propio sobre las decisiones que se toman en pro de la fundación de una asociación, se busca que la información que se genere se acoja más a la realidad que la teoría.

La información necesaria para consolidar los costos fue recogida teniendo en cuenta las experiencias de los productores que han pasado por etapas de ensayo y error varias veces. Se encontró que se podía hacer un análisis desde un punto de vista optimista, uno promedio y uno pesimista. Asimismo, en el cálculo de los costos se incluyeron unas estimaciones que estarán sujetas a cambios en el futuro cercano, tales como los costos de trillado, empaque y construcción de espacios de secado. En el caso de los costos de trillado, se tienen en cuenta las tarifas que la alcaldía (dueña de la máquina de trillado) les ha cobrado a los productores anteriormente. Sin embargo, actualmente como parte del proyecto de FNV, el departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes está en el proceso de manufactura de una máquina trilladora para la región del Guavio. Los costos de empaque dependen de la cantidad de quínoa producida y de la forma en la que se haya acordado hacer la entrega al cliente. Considerando las posibilidades actuales que tendría la asociación, un porcentaje de la producción se vendería por kilo en el mercado local y un porcentaje mayoritario sería empacado para la venta al por mayor.

Adicional a los costos de producción, durante el primer año de producción la asociación debe incurrir en gastos para la construcción de unos espacios de secado que son indispensables para poder cumplir con la demanda potencial. Estos costos serán incluidos sólo como inversión inicial puesto que el secado no implica ningún costo adicional si ya está el espacio dispuesto para este fin.

Los costos explicados adelante suponen un cultivo de toda el área de las fincas, un total de 22,397m² y tres tiempos de producción –según los resultados del modelo de optimización – diferentes para todo el territorio.

Tabla 4. Costos por un periodo completo de cultivo²
(COP)

² Periodo completo de cultivo: Todas las fincas cumplen con un ciclo de producción completo.

Referencia	Caso optimista	Promedio	Caso pesimista
Semillas	\$ 38,494.67	\$ 53,464.82	\$ 68,434.97
Alistar ³	\$ 1,791,752.00	\$ 2,687,628.00	\$ 3,583,504.00
Insumos	\$ 1,321,417.10	\$ 1,321,417.10	\$ 1,321,417.10
Deshierbar	\$ 1,791,752.00	\$ 3,304,787.02	\$ 5,972,506.67
Cosechar	\$ 7,167,008.00	\$ 9,556,010.67	\$ 11,945,013.33
Alquiler/Impuestos	\$ 2,911,597.00	\$ 3,135,566.00	\$ 3,359,535.00
Total parcial ⁴	\$ 15,022,020.77	\$ 20,058,873.61	\$ 26,250,411.07
Trillado	\$ 2,438,175.11	\$ 2,438,175.11	\$ 2,438,175.11
Empaque	\$ 1,625,450.07	\$ 1,625,450.07	\$ 1,625,450.07
Secado	\$ 2,400,000.00	\$ 2,700,000.00	\$ 3,000,000.00
Total completo	\$ 21,485,645.95	\$ 26,822,498.79	\$ 33,314,036.25

Tabla 5. Costos por kilogramo (COP)

	Caso optimista	Promedio	Caso pesimista
Costo parcial por kg	\$ 3,696.7	\$ 4,936.2	\$ 6,459.9
Costo total por kg	\$ 5,287.3	\$ 6,600.6	\$ 8,198.1

³ Alistamiento del terreno: definición de surcos y sembrado.

⁴ No incluye costos de trillado, empaque ni el costo ocasional del año 0 por espacio de secado.

Modelo Canvas

<p>Socios clave</p> <ul style="list-style-type: none"> • La alianza más importante es con el comercializador de productos transformados a base de quínoa, quien sería el comprador al por mayor • La alcaldía porque es la que brinda el apoyo para el uso de la máquina de trillado 	<p>Actividades clave</p> <p>Cultivo y cosecha de quínoa orgánica</p> <hr/> <p>Recursos clave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los insumos de producción como abonos naturales y semillas • El recurso humano • Maquinaria para el cultivo y cuidado del terreno 	<p>Propuesta de valor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quínoa orgánica en cantidades suficientes para la venta al por mayor • El producto estaría respaldado por los estándares de la asociación de quínoa de Guasca 	<p>Relación con los clientes</p> <p>La asociación tendría relación con</p> <ul style="list-style-type: none"> • El cliente que compra al por mayor • Los clientes que compran al detal en el mercado local <p>Canales de distribución</p> <p>La quínoa cultivada por la asociación sería distribuida por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El mercado local con un alcance de toda la región del Guavio • Ventas al por mayor a comercializadores de productos transformados a base de quínoa 	<p>Segmentos de clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Este proyecto busca crear valor para las personas que buscan una alimentación saludable y limpia • Se busca proveer una mejor nutrición a los habitantes del mercado local y proporcionar una producción confiable y limpia para los empresarios transformadores de alimentos orgánicos
<p>Estructura de costos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mano de obra y maquinaria para tratar el terreno antes, durante y después de la producción • Gastos del terreno como alquiler o impuestos (en el caso de los productores que son propietarios de sus tierras) • Insumos de producción como abonos naturales y semillas • Costos de entrega como el empaçado y el transporte al cliente (si así se ha negociado). 			<p>Líneas de ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> • La venta de la quínoa orgánica en el mercado local • La venta de quínoa orgánica al por mayor a comercializadores de productos transformados a base de quínoa. 	

Conclusiones

Al finalizar este proyecto fue posible entender el problema que aborda la solución de negocios verdes “La quínoa de todos para todos”. Este proyecto buscó solucionar unos problemas iniciales de planteamiento del negocio que se espera puedan ponerse en práctica en el futuro cercano.

En primer lugar, a partir del desarrollo de los primeros talleres de diseño participativo fue posible conocer cuáles son los obstáculos para que los productores de quínoa en Guasca puedan formalizar la producción. Uno de los problemas es que los productores se ven afectados por el cambio del precio del kilo de quínoa porque hay épocas del año en las que no hay suficiente producción y consiguen vender a precios cercanos a 15mil pesos. Pero asimismo hay épocas en las que hay sobreoferta y les compran el kilo por debajo de los costos de producción. Considerando que desde ahora en adelante los productores estarán trabajando como una asociación, ellos necesitan poder asegurarle un precio standard al cliente y para esto necesitan tener una producción ordenada de tal manera que haya cosecha frecuente durante el año y siempre tengan inventario para cumplir la demanda. Se construyó un modelo que agrupó las fincas para que haya tres periodos en el año en el que empiece el sembrado de quínoa para que asimismo haya cosecha tres veces en el año y se pueda cumplir con una demanda constante y estar preparados con suficiente inventario para los casos en los que la cosecha sea poca. El modelo de optimización, con los parámetros expuestos, determinó que debía haber 3 grupos con áreas entre 7001 y 7819 metros cuadrados porque se minimiza la distancia que se recorre para llegar a todas las fincas del grupo. Contando con que se implementa este modelo, el primer grupo de fincas estaría sembrando en marzo, el segundo en mayo y el último en noviembre. De igual forma, se busca que los proyectos a seguir puedan utilizar el modelo de optimización como una herramienta y hacerle las modificaciones necesarias para su adecuada implementación.

Dado que la producción de quínoa se estaba realizando como el resultado de ensayo y error, sin una metodología específica de alistamiento, sembrado, cuidado de las plantas o cosecha, no se podía asegurar cuál sería el tiempo, la calidad ni la cantidad de la cosecha de la quínoa. Para poder calcular los costos asociados a la producción de toda la asociación fue necesario acordar unas prácticas estándar que todos los integrantes de la asociación debían seguir, entonces se pudo hacer una estimación de los costos más real. Considerando todos los costos (excluyendo los costos de trillado, empaque y construcción de espacios de secado) el costo de producción de un kilo de quínoa mínimo es de 3,696.7 COP y el valor máximo de los costos sería 6,459.9 COP por kilo de quínoa. Ahora bien, es necesario agregar que en el corto plazo, es probable que los productores incurran en los costos estimados de trillado, empaque y construcción de los nuevos espacios de secado para ciertas fincas. Considerando esto, el costo

mínimo por kilo de quínoa sería 5,287 COP y el máximo sería 8,198 COP. Este último supone los casos pesimistas de cada uno de los costos individuales estimados, por ejemplo cuando se debe hacer un deshierbe más intenso que el esperado. Si se hace una correcta implementación del modelo de optimización que agrupa las fincas para que coincidan en la etapa de producción, estos costos se verán reducidos a un precio cercano al calculado como el caso optimista.

A pesar de que los objetivos de este proyecto se cumplieron, estos sólo corresponden a la solución de una porción de los obstáculos que los productores de quínoa tienen para poder formalizar su negocio. Se debe hacer la creación formal de la asociación ante la Cámara de Comercio de Bogotá o Zipaquirá, de esta manera se abren las posibilidades para hacer alianzas con compradores al por mayor. Con éstos será posible establecer una nueva estructura de los costos de empaque y negociar los costos de transporte hacia las fábricas transformadoras de productos a base de quínoa. Finalmente, es importante que se sigan enfocando los esfuerzos en empoderar a los integrantes y hacer una convocatoria de las personas comprometidas que puedan ser una ventaja para la asociación.

Bibliografía

Crespo P., de Rham P., Gonzáles G., Iturralde P., Jaramillo B., Mancero L., Moncada M., Pérez A., Soria C. (2007) *Empoderamiento: conceptos y orientaciones*. Recuperado de <http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/4375d6b0e361f869a3195bb49c3d488d.pdf>

Dean, T. J., McMullen, J. S. (2007). *Toward a theory of sustainable entrepreneurship: Reducing environmental degradation through entrepreneurial action*. Journal of Business Venturing.

Duarte, D. (2014) *Informe laboratorio de soluciones verdes, 7 junio 2014*. Informe Soluciones Tecnológicas. Fortalecimiento Negocios Verdes Comunitarios Provincia del Guavio (Cundinamarca).

FAO. (2011). *La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Oficina Regional para America Latina y el Caribe. Recuperado de http://www.fao.org/alc/file/media/pubs/2011/cultivo_quinoa_es.pdf

Giraldo Marín, S. (2012) *El empoderamiento como elemento generador de compromiso organizacional en los empleados de las empresas aseguradoras de la ciudad de Manizales* (Tesis de maestría en Administración).

IDEAM. (2014). *Boletín de Predicción Climática y Alertas No.236, Informe Técnico Diario*.

ISF. *Ingenieros sin Fronteras – Organización*. Recuperado de http://isfcolombia.uniandes.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=12

Jancurová, M., Minarovičová, L., Dandár, A. (2009). *Agriculture journals. Quinoa – a review*. Department of Food Science and Technology, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Bratislava, Slovak Republic. Recuperado de <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/06732.pdf>

Koziol, M. J., (1992). "Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)". *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol. 5, Nº 1.

UNIMINUTO. (2013). *Negocios Verdes: Una propuesta inteligente, rentable y sostenible de hacer negocios*. Recuperado de

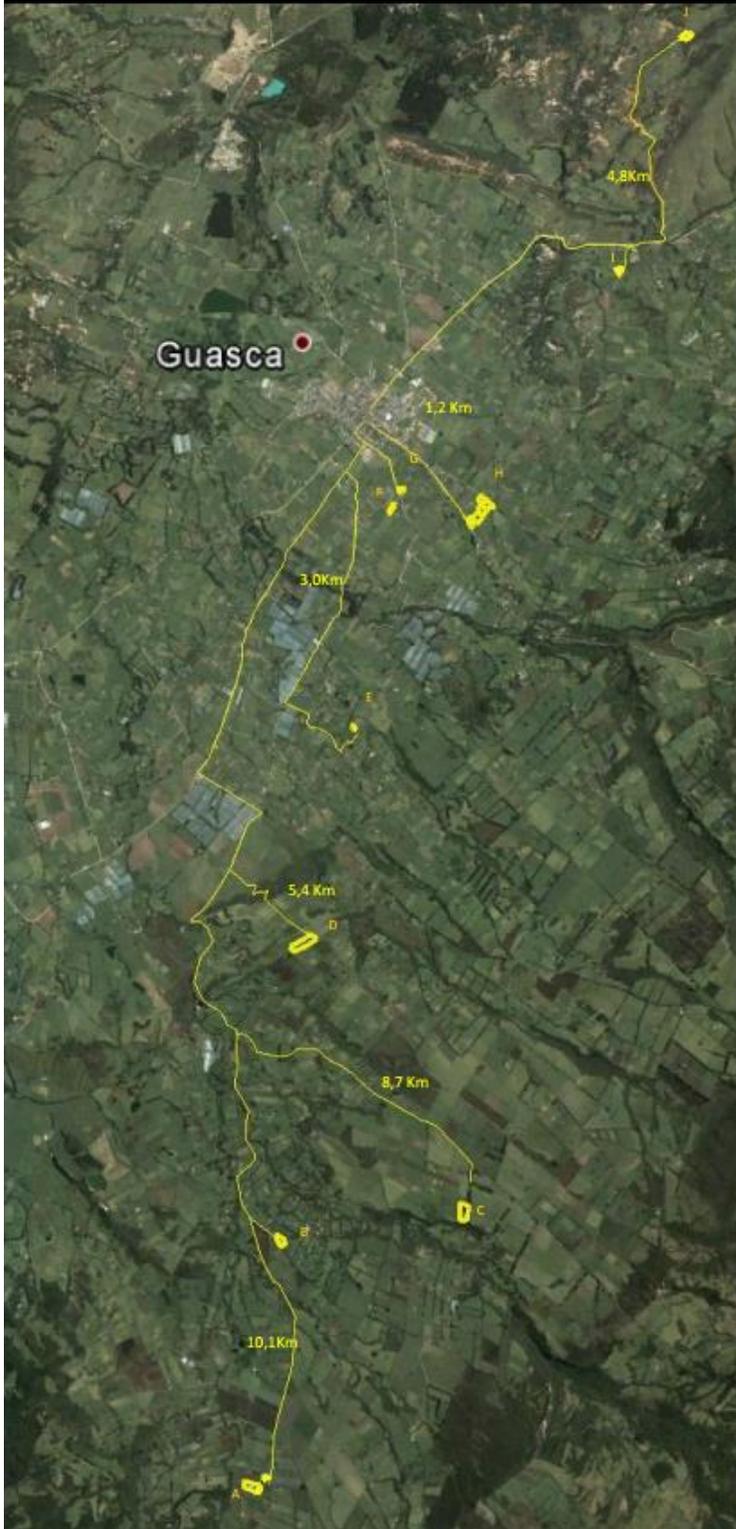
<http://www.uniminuto.edu/documents/39751/1000002301423/Convocatoria%20Concurso%20Bicentenario%20UNIMINUTO%202013.pdf>

Valcárcel-Yamani, B., Caetano da Silva Lannes, S. (2012) Applications of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) and Amaranth (*Amaranthus* Spp.) and Their Influence in the Nutritional Value of Cereal Based Foods. *Food and Public Health* 2012, 2(6): 265-275. doi: 10.5923.

Pharmaceutical-Biochemical Technology Department, Pharmaceutical Sciences School,
University of São Paulo, Sao Paulo, Brazil

ANEXOS

ANEXO 1. Mapa de informe de georreferenciación de los predios 4 septiembre 2014



ANEXO 2. Resultados informe de georreferenciación de los predios 4 de septiembre 2014

Referencia finca	Productor	Altura (msnm)	Dist del casco urbano (km)	Área (m ²)
Finca A				
A1	Ana Lucía Peña	2947	10	713
A2	Guillermo Malagón	2940	10	7151
Finca B	Avelino Pedraza	2843	8	4164
Finca C	Geanpierre	2951	9	10000
Finca D	Edwin	2810	5	12055
Finca E	Alcira Reyes	2732	3	668
Finca F	Clementina Barajas	2692	1	1661
Finca G	Jose Luis Sánchez	2700	1	1431
Finca H	Cristhella Rodríguez	2743	1	3742
Finca I	Sandra Rodríguez	2645	3	1728
Finca J	Olga y Patricia Rodríguez	2788	5	3058
Promedio		2799	5	4216
Total				46371

Resultados informe de georreferenciación de los predios 4 de septiembre 2014 con modificaciones:

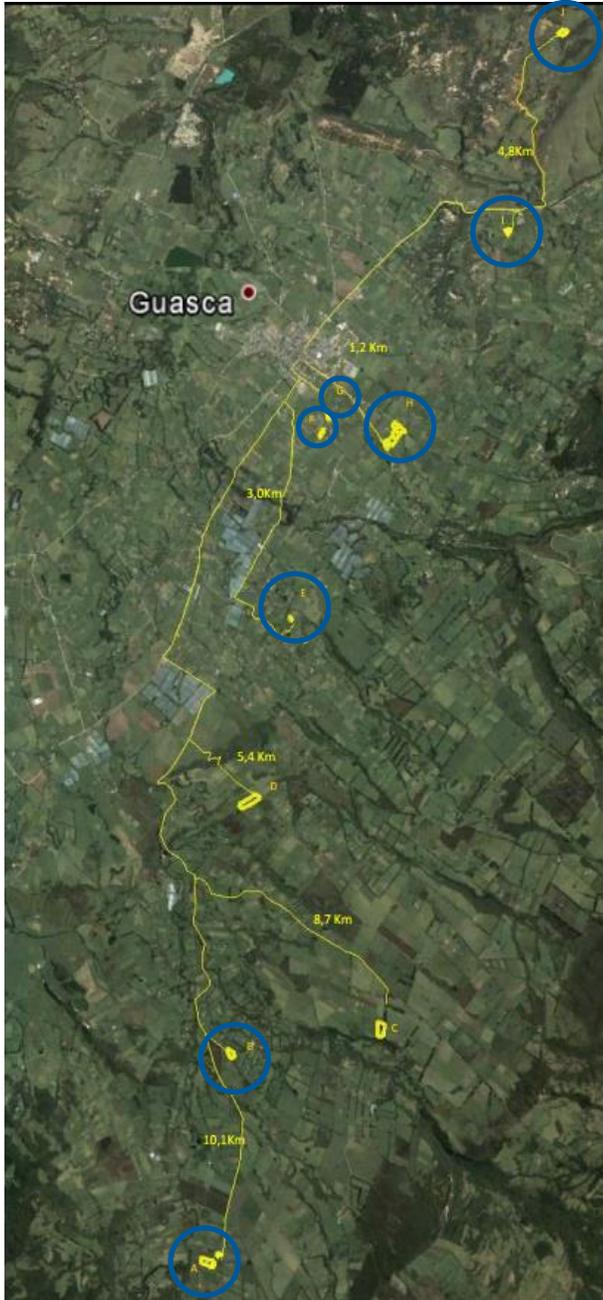
- Se excluyeron las fincas C y D porque no se pueden tener en cuenta para empezar sembrado en el futuro cercano.
- Se hicieron ajustes a las áreas según los productores consideraron pertinentes
- Se separaron las fincas A1 y A2 porque pueden producir en diferentes tiempos

ANEXO 3. Resultados informe de georreferenciación de los predios con modificaciones discutidas el 8 de octubre, 2014.

Referencia finca	Productor	Altura (msnm)	Dist del casco urbano (km)	Área (m ²)
Finca A				
A1	Ana Lucía Peña	2947	10	3413
A2	Guillermo Malagón	2940	10	7151
Finca B	Avelino Pedraza	2843	8	4164

Finca E	Alcira Reyes	2732	3	668
Finca F	Clementina Barajas	2692	1	1661
Finca G	Jose Luis Sánchez	2700	1	1073
Finca H	Cristhella Rodríguez	2743	1	500
Finca I	Sandra Rodríguez	2645	3	1728
Finca J	Olga y Patricia Rodríguez	2788	5	2039
Promedio		2781	5	2489
Total				22397

ANEXO 4. Mapa de informe de georreferenciación de los predios con modificaciones 8 octubre 2014



ANEXO 5. Listado de parámetros utilizados para el modelo de optimización de la distancia entre fincas

<i>G:</i>		("B", "F")	8.8
[("E", "H")	4.2
"1"		("F", "I")	3.7
"2"		("G", "J")	5.6
"3"		("A1", "E")	13.1
"4"		("A2", "F")	10.9
"5"		("B", "G")	8.8
"6"		("E", "I")	5.9
"7"		("F", "J")	5.6
"8"		("A1", "F")	10.9
"9"		("A2", "G")	10.9
]		("B", "H")	9.2
		("E", "J")	7.8
<i>F:</i>		("A1", "G")	10.9
[("A2", "H")	11.3
"A1"		("B", "I")	10.9
"A2"		("A1", "H")	11.3
"B"		("A2", "I")	13.0
"E"		("B", "J")	12.8
"F"		("A1", "I")	13.0
"G"		("A2", "J")	14.9
"H"		("A1", "J")	14.9
"I"			
"J"		("A2", "A1")	0.0
]		("B", "A2")	18.1
		("F", "E")	3.8
<i>d:</i>		("G", "F")	1.6
[("H", "G")	2.0
("A1", "A2")	0.0	("I", "H")	4.1
("A2", "B")	18.1	("J", "I")	7.7
("E", "F")	3.8	("B", "A1")	18.1
("F", "G")	1.6	("E", "B")	11.0
("G", "H")	2.0	("G", "E")	3.8
("H", "I")	4.1	("H", "F")	2.0
("I", "J")	7.7	("I", "G")	3.7
("A1", "B")	18.1	("J", "H")	6.0
("B", "E")	11.0	("E", "A2")	13.1
("E", "G")	3.8	("F", "B")	8.8
("F", "H")	2.0	("H", "E")	4.2
("G", "I")	3.7	("I", "F")	3.7
("H", "J")	6.0	("J", "G")	5.6
("A2", "E")	13.1	("E", "A1")	13.1

```

("F","A2")    10.9
("G","B")     8.8
("I","E")     5.9
("J","F")     5.6
("F","A1")    10.9
("G","A2")    10.9
("H","B")     9.2
("J","E")     7.8
("G","A1")    10.9
("H","A2")    11.3
("I","B")     10.9
("H","A1")    11.3
("I","A2")    13.0
("J","B")     12.8
("I","A1")    13.0
("J","A2")    14.9
("J","A1")    14.9
]

```

```

a:
[
("A1") 0.34
("A2") 0.72
("B")  0.42
("E")  0.07
("F")  0.17
("G")  0.11
("H")  0.05
("I")  0.17
("J")  0.20

```

```

]
l:
[0.65]

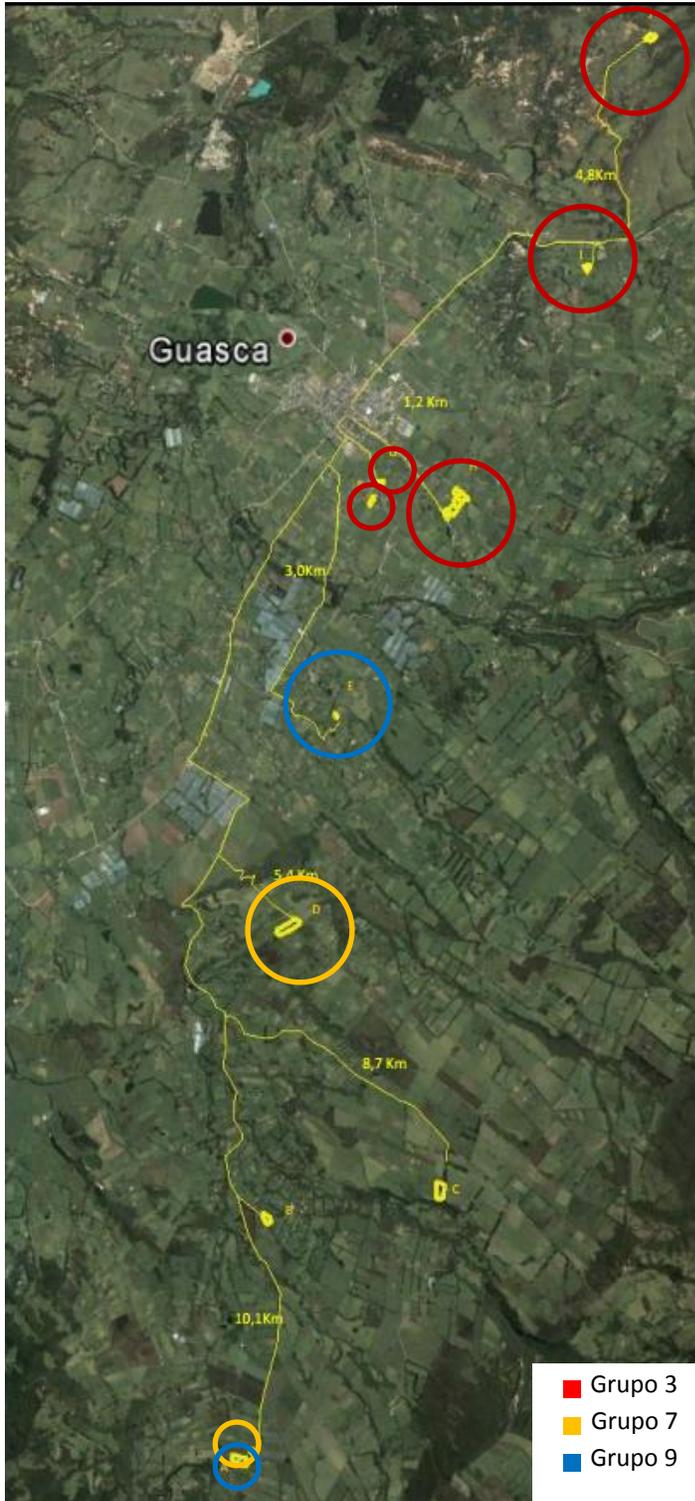
```

```

u:
[1.5]

```

ANEXO 6. Mapa del resultado de la agrupación de fincas



ANEXO 7. Cálculo de los costos separados por proceso

Costos semillas

Límite inferior	0.0002	kilos/metro ²
Límite superior	0.0003	kilos/metro ²
Promedio	0.0002	kilos/metro ²
Costo por kilo de semillas	11000	Pesos
Inferior kilos semillas	3.4995	Kilos
Promedio kilos semillas	4.8604	Kilos
Superior kilos semillas	6.2214	Kilos
Inferior costo semillas	\$ 38,494.67	Pesos
Promedio costo semillas	\$ 53,464.82	Pesos
Superior costo semillas	\$ 68,434.97	Pesos

Costos alistar

Límite inferior	40	\$Jornal/metro ²
Límite superior	80	\$Jornal/metro ²
Promedio	60	\$Jornal/metro ²
Límite inferior	40	\$Tractor/metro ²
Límite superior	80	\$Tractor/metro ²
Promedio	60	\$Tractor/metro ²
Inferior costo alistar	\$ 1,791,752	Pesos
Promedio costo alistar	\$ 2,687,628	Pesos
Superior costo alistar	\$ 3,583,504	Pesos

Costos insumos siembra

Cal	14	\$Bultos/metro ²
Gallinaza	45	\$Bultos/metro ²
Total costo cal	\$ 313,557	Pesos
Total costo gallinaza	\$ 1,007,861	Pesos
Total insumos	\$ 1,321,417	Pesos

Costos de deshierbar

Límite inferior	80	\$Jornal/metro ²
Promedio	147.56	\$Jornal/metro ²
Límite superior	266.67	\$Jornal/metro ²
Inferior deshierbar	\$ 1,791,752	Pesos
Promedio deshierbar	\$ 3,304,787	Pesos
Superior deshierbar	\$ 5,972,507	Pesos

Costos cosechar

Límite inferior	320.00	\$Jornal/metro2
Promedio	426.67	\$Jornal/metro2
Límite superior	533.33	\$Jornal/metro2
Inferior cosechar	\$ 7,167,008	Pesos
Promedio cosechar	\$ 9,556,011	Pesos
Superior cosechar	\$ 11,945,013	Pesos

Costos alquiler/impuestos

Límite inferior	130	\$/metro2
Promedio	140.00	\$/metro2
Límite superior	150	\$/metro2
Inferior alquiler/imp	\$ 2,911,597	Pesos
Promedio alquiler/imp	\$ 3,135,566	Pesos
Superior alquiler/imp	\$ 3,359,535	Pesos

Costos trillado

Caso 1	600	\$/kg
Total trillado	\$ 2,438,175	Pesos

Costos empaque

Caso 1	400	\$/kg
Total empaque	\$ 1,625,450	Pesos

Costos secado

Límite inferior	\$ 2,400,000	Pesos
Límite superior	\$ 3,000,000	Pesos
Promedio	\$ 2,700,000	Pesos