

# **Estudio Operacional y Análisis Financiero de la Producción de Tomate, Lechuga y Cilantrillo Bajo Sistemas Hidropónicos en Puerto Rico**

Por

Juan Javier Llanos Benítez

Tesis sometida en cumplimiento parcial  
de los requisitos para el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS  
en  
HORTICULTURA

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ

2010

---

Melvin Irizárry Jusino, M.S.  
Miembro Comité Graduado

---

Fecha

---

Madeline Mendoza, M.A.  
Miembro Comité Graduado

---

Fecha

---

Feiko Ferwerda, Ph.D.  
Presidente, Comité Graduado

---

Fecha

---

Hipólito O`Farrill, Ph.D.  
Director de Departamento

---

Fecha

---

Walter Silva, Ph.D.  
Representante Estudios Graduados

---

Fecha

## **ABSTRACT**

The objectives of this study were establish a profile of operators and business administration function for tomato, lettuce and cilantrillo crops production in the hydroponics industry of Puerto Rico. Moreover, evaluate the financial position of operations. In a descriptive study 33 operations were evaluated, 6 in tomato, 13 in lettuce and 14 in cilantrillo, everyone managed by 23 operators. Around 96% of operators had some college or bachelor degree approved and 100% got training in the hydroponic technique. However, only 22% of operators were economically self sufficient of hydroponics production. The 61% of operations were organized as corporations and more than 87% were financed with government programs support. Financially the lettuce and cilantrillo crops show be feasible with returns on investment of 17% and 12.5% respectively. Conversely, tomato crop do not show be economically attractive in the hydroponic system with barely a 3% of return on investment.

## RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron establecer un perfil de los operadores y de la administración de las empresas de tomate, lechuga y cilantrillo en la industria de producción hidropónica en Puerto Rico. Además, evaluar la situación financiera de las operaciones. Mediante un estudio descriptivo se evaluaron 33 operaciones, 6 de tomate, 13 de lechuga y 14 de cilantrillo administradas por 23 operadores. Se identificó que el 96% de los operadores contó con un grado asociado o bachillerato y un 100% está adiestrado en la técnica de la hidroponía. Sin embargo, sólo el 22% es autosuficiente económicamente de la producción hidropónica. El 61% de las operaciones fueron corporaciones y más del 87% se financió con incentivos y ayudas del gobierno. En términos financieros la lechuga y el cilantrillo demostraron ser viables con rendimientos sobre la inversión de 17% y 12.5% respectivamente. Por el contrario, el tomate producido bajo este sistema no resulta económicamente atractivo con sólo un 3% de rendimiento sobre la inversión.

© Juan J. Llanos Benítez  
2010

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar le agradezco a Dios la oportunidad de permitirme iniciar y finalizar exitosamente esta experiencia de mi carrera.

A mis padres y familiares, que sin su apoyo incondicional hubiese sido imposible emprender este desafío.

Le agradezco a todos los profesores y al personal del Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales por su orientación y respaldo en todos los trámites relacionados con la investigación.

Al Dr. Feiko Ferwerda por confiar en mí y servir como un mentor a lo largo de todo este proceso.

A los profesores Melvin Irizárry y Madeline Mendoza, miembros del comité evaluador, por el tiempo tiempo dedicado a este esfuerzo y sus valiosos consejos.

A los agrónomos Manuel Crespo y Jayson Parés de la Oficina de Reglamentación y Promoción de la Industria de Hortalizas por toda la Información y asesoría provista para la realización de este estudio.

A la agrónoma Jennifer Vélez y a los señores Fernando Echeandía y José Rivera de los núcleos de producción agrícola, ya que sin su ayuda hubiera sido imposible contactar a todos los productores del estudio.

Les agradezco por su tiempo a todos los productores de cultivos en hidropónicos, ya que sin su participación e interés genuino en ayudar, hubiera sido imposible llevar a cabo esta investigación.

Por último, le agradezco a todos mis compañeros, amigos y demás personas involucradas, por sus opiniones, consejos y estímulos que son tan necesarios para poder alcanzar la meta.

## Tabla de Contenido

<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>X</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Origen y Situación de la Hidroponía en Puerto Rico .....	2
1.2. Importancia de la Investigación .....	8
1.3. Objetivos .....	10
<b>2. ESTUDIOS PREVIOS .....</b>	<b>11</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
3.1. Población y Muestra .....	14
3.2. Instrumentos de la Investigación .....	16
3.2.1 Cuestionario.....	16
3.3. Recopilación y Manejo de Datos .....	17
3.5. Limitaciones de la Investigación .....	18
<b>4. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....</b>	<b>20</b>
4.1. Perfil y Experiencias del Productor .....	20
4.1.1. Demografía .....	20
4.1.1.1. Género .....	21
4.1.1.2. Edad .....	22
4.1.1.3. Nivel Educativo.....	23
4.1.1.4. Fuentes de Ingresos .....	24
4.1.2. Experiencias y Motivaciones .....	25
4.1.2.1. Preparación en la Técnica .....	26
4.1.2.2. Años de Experiencia .....	26
4.1.2.3. Motivaciones y Planificación de los Negocios .....	27
4.1.2.4. Dificultades al Inicio .....	29
4.2. Administración y Operación de la Empresa .....	31
4.2.1. Entidad Legal .....	32
4.2.2. Tenencia de las Fincas .....	33
4.2.3. Área de Producción y de las Fincas .....	34
4.2.4. Fuentes de Financiamiento .....	36
4.2.5. Gerencia y Áreas Funcionales de la Empresa .....	37
4.2.5.1. Funciones del Dueño .....	38
4.2.5.2. Recursos Humanos .....	38
4.2.5.3. Prácticas Administrativas y Financieras .....	39
4.2.6. Sistema de Producción .....	41
4.2.6.1. Técnicas de Cultivo .....	41
4.2.6.2. Tipo de Estructuras .....	43
4.2.6.3. Fuentes de Agua .....	44
4.2.6.4. Prácticas Operacionales y Controles de Calidad .....	46
4.2.7. Cultivos .....	48
4.2.7.1. Tomate .....	48
4.2.7.1.1. Prácticas de Cultivo .....	49

4.2.7.1.2. Cosecha y Rendimiento .....	51
4.2.7.2. Lechuga .....	52
4.2.7.2.1. Prácticas de Cultivo .....	53
4.2.7.2.2. Cosecha y Rendimiento .....	54
4.2.7.3. Cilantrillo .....	56
4.2.7.3.1. Prácticas de Cultivo .....	57
4.2.7.3.2. Cosecha y Rendimiento .....	58
4.2.8. Enfermedades y Desórdenes de los Cultivos .....	60
4.2.8.1. Problemas Asociados al Cultivo del Tomate .....	60
4.2.8.2. Problemas Asociados al Cultivo de Lechuga .....	63
4.2.8.3. Problemas Asociados al Cultivo del Cilantrillo .....	65
4.2.9. Planificación Estratégica .....	66
4.2.10. Mercadeo de Productos .....	68
4.2.10.1. Núcleos de Producción .....	69
4.3. Situación Financiera .....	71
4.3.1. Tomate .....	71
4.3.1.1. Inversión en Propiedad, Planta y Equipo .....	72
4.3.1.2. Costo del Producto .....	76
4.3.1.3. Efectivo y Cuentas por Cobrar .....	79
4.3.1.4. Análisis de Ingresos y Gastos .....	81
4.3.1.5. Periodo de Repago .....	84
4.3.2. Lechuga .....	85
4.3.2.1. Inversión en Propiedad, Planta y Equipo .....	87
4.3.2.2. Costo del Producto .....	90
4.3.2.3. Efectivo y Cuentas por Cobrar .....	93
4.3.2.4. Análisis de Ingresos y Gastos .....	96
4.3.2.5. Periodo de Repago .....	98
4.3.3. Cilantrillo .....	99
4.3.3.1. Inversión en Propiedad, Planta y Equipo .....	100
4.3.3.2. Costo del Producto .....	103
4.3.3.3. Efectivo y Cuentas por Cobrar .....	107
4.3.3.4. Análisis de Ingresos y Gastos .....	109
4.3.3.5. Periodo de Repago .....	111
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>113</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>117</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>121</b>
<b>8. APÉNDICES .....</b>	<b>128</b>
A. Carta Enviada a los Directores de los Núcleos de Producción .....	128
B. Carta Para Solicitar Información al Programa de Infraestructura Agrícola .....	129
C. Carta Para Solicitar Información a la Autoridad de Energía Eléctrica .....	130
D. Cuestionario Para las Entrevistas .....	131

## Lista de Tablas

<b>TABLAS</b>	<b>PÁGINA</b>
Tabla 1. Proyectos en Hidropónicos y Fondos Aprobados por el Programa de Infraestructura Agrícola (2001-2008) .....	4
Tabla 2. Cantidad de Estructuras y Fincas con Cultivos en Hidropónicos en PR, año 2007.....	6
Tabla 3. Distribución de la Muestra del Estudio por Municipio .....	19
Tabla 4. Distribución de las Motivaciones para Emprender la Operación .....	28
Tabla 5. Dificultades de los Productores al Inicio de la Operación .....	30
Tabla 6. Área de Producción en Fincas por Tipo de Cultivo en Hidropónicos (Estudio) .....	36
Tabla 7. Distribución de las Principales Fuentes de Financiamiento de las Operaciones .....	37
Tabla 8. Distribución de las Principales Prácticas Administrativas y Financieras de los Productores .....	40
Tabla 9. Distribución de las Principales Prácticas Operacionales y de Control de Calidad de los Productores .....	46
Tabla 10. Problemas Asociados con la Producción del Tomate .....	62
Tabla 11. Problemas Asociados con la Producción de la Lechuga .....	64
Tabla 12. Problemas Asociados con la Producción del Cilantrillo .....	66
Tabla 13. Inversión en Propiedad, Planta y Equipo Promedio, para una (1) Operación de 100' x 35' de Tomate en Hidropónicos .....	74
Tabla 14. Ingresos y Gastos Promedio (Año 2008), para una (1) Siembra de Tomate en Hidropónicos (Umbráculo 100' x 35') .....	83
Tabla 15. Inversión en Propiedad, Planta y Equipo Promedio, para una (1) Operación de 100' x 35' de Lechuga en Hidropónicos .....	89
Tabla 16. Ingresos y Gastos Promedio (Año 2008), para una (1) Siembra de Lechuga en Hidropónicos (Umbráculo 100' x 35') .....	97
Tabla 17. Inversión en Propiedad, Planta y Equipo Promedio, para una (1) Operación de 100' x 35' de Cilantrillo en Hidropónicos .....	102
Tabla 18. Ingresos y Gastos Promedio (Año 2008), para una (1) Siembra de Cilantrillo en Hidropónicos (Umbráculo 100' x 35') .....	110

## Lista de Figuras

FIGURAS	PÁGINA
Figura 1. Mapa de Ubicación de la Muestra de Productores para el Estudio .....	15
Figura 2. Género de los Productores en Hidropónicos vs. Resultados del Censo 2007 .....	21
Figura 3. Edades de los Productores en Hidropónicos vs. Resultados del Censo 2007 .....	22
Figura 4. Nivel Educativo de los Productores en Hidropónicos vs. Resultados del Censo 2007 .....	24
Figura 5. Principal Fuente de Ingreso de los Productores vs. Resultados del Censo 2007 .....	25
Figura 6. Años de Experiencia en la Operación Hidropónica .....	27
Figura 7. Tipos de Organización de las Empresas vs. Resultados del Censo 2007 .....	33
Figura 8. Tenencia de la Finca por el Productor vs. Resultados del Censo 2007 .....	34
Figura 9. Principales Técnicas de Cultivo en el Sistema de Producción Hidropónica .....	42
Figura 10. Principales Fuentes de Agua de Irrigación vs. Resultados del Censo 2007 .....	45
Figura 11. Relación de Libras de Tomate por Planta vs. Cantidad de Plantas por Umbráculo .....	52
Figura 12. Mazos de Lechuga por Umbráculo (Pueblos Costeros) .....	55
Figura 13. Mazos de Lechuga por Umbráculo (Pueblos Montaña) .....	56
Figura 14. Cuartas (1/4) de Libra de Cilantrillo por Umbráculo (Pueblos Costeros) .....	59
Figura 15. Cuartas (1/4) de Libra de Cilantrillo por Umbráculo (Pueblos Montaña) .....	59
Figura 16. Operaciones en Hidropónicos por Etapa de la Empresa.....	67
Figura 17. Operaciones en Hidropónicos por Estrategias a Largo Plazo .....	68
Figura 18. Niveles de Satisfacción de los Productores con el Desempeño de los Núcleos de Producción .....	70
Figura 19. Distribución de Costos del Producto Promedio (Tomate en Hidropónicos) .....	77
Figura 20. Costo por Unidad de Producción (Libra), Tomate en Hidropónicos .....	78
Figura 21. Proporción de Efectivo Disponible Promedio a Costo Total del Producto (Tomate en Hidropónicos) .....	80
Figura 22. Proporción de Cuentas por Cobrar Promedio a Ventas Totales (Tomate en Hidropónicos) .....	80
Figura 23. Distribución de Costos del Producto Promedio (Lechuga en Hidropónicos).....	92

Figura 24. Costo por Unidad de Producción (Mazo), Lechuga en Hidropónicos.....	93
Figura 25. Proporción de Efectivo Disponible Promedio a Costo Total del Producto (Lechuga en Hidropónicos) .....	94
Figura 26. Proporción de Cuentas por Cobrar Promedio a Ventas Totales (Lechuga en Hidropónicos) .....	95
Figura 27. Distribución de Costos del Producto Promedio (Cilantrillo en Hidropónicos) Uso de Energía Eléctrica .....	104
Figura 28. Distribución de Costos del Producto Promedio (Cilantrillo en Hidropónicos) Uso de Sistema de Placas Solares .....	105
Figura 29. Costo por Unidad de Producción (1/4 Libra), Cilantrillo en Hidropónicos (Energía Eléctrica) .....	106
Figura 30. Costo por Unidad de Producción (1/4 Libra), Cilantrillo en Hidropónicos (Sistema de Placas Solares) .....	107
Figura 31. Proporción de Efectivo Disponible Promedio a Costo Total del Producto (Cilantrillo en Hidropónicos) .....	108
Figura 32. Proporción de Cuentas por Cobrar Promedio a Ventas Totales (Cilantrillo en Hidropónicos) .....	108

## 1. Introducción

Puerto Rico es una isla tropical que se caracteriza por un alto nivel de precipitación que dificulta la siembra de hortaliza en muchas áreas. En adición a esto, la era de la industrialización ha convertido una gran cantidad de terrenos de alto valor agrícola en centros urbanos dedicados a la vivienda y a la actividad comercial. La hidroponía como sistema de producción agrícola es una alternativa que viabiliza y hace más conveniente la producción de hortalizas en lugares con espacios limitados, característico de las zonas urbanas y con distintas condiciones ambientales (Parés 2007).

La hidroponía o agricultura hidropónica es un método mediante el cual se suplen todos los elementos nutritivos para el desarrollo de las plantas por medio de una solución nutritiva en ausencia de suelo. La palabra hidroponía proviene del griego, “*hydro*” que significa agua y “*ponos*” que significa trabajo. Las raíces reciben una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua con todos los elementos químicos esenciales para el desarrollo de la planta. Esto determina que puedan crecer en una solución nutritiva únicamente o bien en un medio inerte como arena lavada, grava o perlita, con la aplicación de la solución a diferentes intervalos (Resh 2001).

En términos generales todas las técnicas de producción hidropónica se pueden agrupar en distintas categorías a base de como es suministrada la solución nutritiva a la planta. Existen tres formas básicas de suministrarle los nutrientes a las plantas; humedeciendo el sustrato en el que están ubicadas; colocando sus raíces directamente en la solución o aplicando la solución en forma gaseosa directamente sobre las raíces.

Los primeros trabajos en la hidroponía datan del siglo 17, con los estudios pioneros de los investigadores Jan Van Helmont, Francis Bacon y John Woodward. Mediante sus experimentos con plantas sentaron las bases de los primeros conocimientos que evidenciaron la importancia del agua y sus componentes nutritivos para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Más tarde en 1929, el profesor William Frederick Gericke de la Universidad de Berkeley en California, fue el primero en sugerir que la solución nutritiva se utilizase para la producción vegetal agrícola. En 1937 por analogía con el término “*geoponic*” que significa agricultura en griego antiguo llamó a esta nueva ciencia hidroponía (Resh 2001).

Para la década de 1940 la técnica se expandió y se establecieron los primeros ensayos a nivel comercial. Uno de los primeros éxitos de la hidroponía ocurrió durante la segunda guerra mundial cuando las tropas estadounidenses que estaban en el Pacífico, pusieron en práctica métodos hidropónicos en gran escala para proveer de verduras frescas a las tropas en guerra con Japón en islas donde no había suelos adecuados disponibles para la siembra.

Actualmente el concepto de hidroponía es conocido mundialmente. Así es como en EEUU, Europa y Japón existen grandes establecimientos dedicados a la producción de estos cultivos en una gran diversidad de técnicas.

## **1.1. Origen y Situación de la Hidroponía en Puerto Rico**

La secuencia de sucesos en el desarrollo de la hidroponía en Puerto Rico carece de documentación y un marco de referencia histórico específico. Aún así, muchos profesionales en el sector agrícola y agricultores con muchos años de experiencia, establecen aproximaciones temporales de acontecimientos importantes para los orígenes de la hidroponía en Puerto Rico.

En Puerto Rico la investigación y los trabajos pioneros con sistemas hidropónicos se dan para la década de 1950 con estudios capitaneados por el Departamento de Agricultura (DA) y otros conducidos por individuos e instituciones a nivel privado (Curbelo 2006). En comunicación personal sostenida con el Agrónomo Ramón Colón Laracunte, agricultor con más de 30 años de experiencia en la producción de cultivos en hidropónicos, este indicó que el primer estudio conducido por el DA ocurrió entre los años 1958 y 1959 en el municipio de Vega Alta. Dicho estudio consistió en evaluar el desarrollo y rendimiento de un cultivo de tomate en hidropónicos utilizando agregados de piedra.

En términos comerciales la producción hidropónica en Puerto Rico es mucho más reciente como práctica de producción agrícola. Se estima que en la década de 1990 surgió un interés por la actividad que vino acompañado de importantes legislaciones para incentivar e inyectar fondos necesarios para el desarrollo de proyectos de producción agrícola. Según el Sr. Jorge H. Bosques, consultor en hidroponía y autor del libro *Curso Básico de Hidroponía* ©, para la década de 1990 no muchos individuos conocían sobre la producción de cultivos hidropónicos en la isla, ya que representaba una actividad inasequible por los altos costos que conllevaba su práctica (Bosques 2006).

Una importante ley aprobada en 1995 con sus posteriores enmiendas, conocida como, **Ley Núm 225 “Ley de Incentivos Contributivos Agrícolas de Puerto Rico”**, sirvió de preámbulo para proveer de la ayuda y el financiamiento necesario a una gran cantidad de proyectos de cultivos en hidropónicos. Esta legislación que originalmente brindaba créditos contributivos por concepto de inversiones en proyectos agrícolas, fue enmendada para brindar fondos de pareo en una forma directa a aquellos agricultores e inversionistas que iniciaban proyectos o actividades que por su naturaleza fuesen clasificados como operaciones agrícolas (Departamento Hacienda, et. al. 2000).

En la Tabla 1 se desglosa la cantidad de proyectos aprobados por el Programa de Infraestructura Agrícola y los fondos designados para estos. Dentro del periodo comprendido entre el año 2001 hasta el 2008, el gobierno de Puerto Rico invirtió aproximadamente \$15 millones de dólares en proyectos de producción hidropónica.

Tabla 1. Proyectos en Hidropónicos y Fondos Aprobados por el Programa de Infraestructura Agrícola (2001-2008)

Proyectos en Hidropónicos y Fondos Aprobados por el Programa de Infraestructura Agrícola (2001-2008)					
			Fondos		
Año Fiscal	Casos	Fuente	Umbráculos y Riego: 70%	Equipo: 25%	Total
2001-2002	67	BGF <sup>1</sup>	\$ 1,220,969	\$ 436,061	\$ 1,657,030
2002-2003	26	FIDA <sup>2</sup>	\$ 2,779,061	\$ 992,522	\$ 3,771,583
2003-2004	67	BGF	\$ 1,660,445	\$ 593,016	\$ 2,253,461
2004-2005	122	BGF	\$ 3,058,836	\$ 1,092,441	\$ 4,151,277
2005-2006	Programa cerrado para nuevas radicaciones				
2006-2007	82	BGF	\$ 2,321,826	\$ 829,224	\$ 3,151,049
2007-2008	Programa cerrado para nuevas radicaciones				
Total	364		\$ 11,041,136	\$ 3,943,263	\$ 14,984,399

Fuente: Departamento de Agricultura de PR, Programa de Infraestructura Agrícola (marzo 2009).

1. BGF: Banco Gubernamental de Fomento

2. FIDA: Fondo Industrial para el Desarrollo Agrícola

Según las cifras provistas por el Censo de Agricultura 2007, el valor total de la producción de hortalizas en hidropónicos para el año 2007 fue de \$3.3 millones. Esto representó un aumento aproximado de un 13.8% en el valor total del producto hidropónico en comparación con el mismo periodo durante el año anterior (2006), en el cual la producción total estimada fue de \$2.9 millones. Estos valores de producción de

cultivos en hidropónicos porcentualmente representaron el 8.6% y el 7.1% del valor total de la producción de hortalizas para los años 2006 y 2007 respectivamente (Departamento Agricultura 2008).

La producción local de hortalizas en Puerto Rico descansa sobre proyectos de producción convencional en el suelo, principalmente en la costa sur y en Guánica y sobre proyectos de producción no convencional en hidropónicos distribuidos alrededor de toda la isla. En el sector hidropónico estos proyectos se concentran en su mayoría en la región montañosa en Lares y en la región costera del noroeste en Arecibo (Parés 2007).

Para el sector de productores no convencionales en hidropónicos, la Oficina de Reglamentación y Promoción de la Industria de Hortalizas (ORPH), en el año 2007 estimó la existencia a nivel isla de 270 operaciones distribuidas en un área de producción total de 54 cuerdas en estructuras. De estas operaciones el 50 por ciento (135) están registradas en la industria y son reconocidas por la ORPH. Para propósitos del DA las operaciones hidropónicas se clasifican según el tamaño del área de producción en pies cuadrados y el tipo de cultivo. De esta manera, toda actividad de producción hidropónica es clasificada como una operación comercial o como una operación doméstica.

Para cultivos, tales como: la lechuga, el cilantrillo y el recaó (cuyos órganos comestibles son las hojas), una operación comercial es aquella que cuenta con un área de producción mayor o igual a 7,200 pies cuadrados de siembra. Sin embargo, para cultivos, tales como: el tomate, el ají dulce y el pimiento morrón (cuyos órganos comestibles son frutos), una operación comercial es aquella que cuenta con un área de producción mayor o igual a 9,000 pies cuadrados de siembra.

La Tabla 2 ilustra un desglose de las operaciones en hidropónicos por número de fincas para los principales cultivos, según el negociado del censo agrícola 2007 y la ORPH.

Tabla 2. Cantidad de Estructuras y Fincas con Cultivos en Hidropónicos en PR, año 2007

Cantidad de Estructuras y Fincas con Cultivos en Hidropónicos en PR, año 2007						
Cultivo	Censo			ORPH		
	Fincas*	Umbráculos*	Pies Cuadrados	Fincas*	Umbráculos*	Pies Cuadrados
Tomate	22	44	155,351	23	60	209,469
Lechuga	43	176	614,857	52	124	432,362
Cilantro	100	319	1,117,678	81	122	425,607
Culantro				40	119	416,136
Ají Dulce	11	25	86,973	10	28	97,512
Pimiento Morrón				13	15	52,441
Aromáticas	6	6	5,897	51	213	649,126
Pepinillo						
Total	182	570	1,980,756	270	680	2,282,653
Pies <sup>2</sup> /Finca (promedio)	10,883.27			Pies <sup>2</sup> /Finca	8,454.27	
Pies <sup>2</sup> /Umbráculo (promedio)	3,473.48			Pies <sup>2</sup> /Umbráculo	3,359	

Fuentes; USDA, NASS, 2009. y DA, ORPH, 2007.

\* La suma de las fincas sobrepasa el número total de fincas presentadas por el censo y por la ORPH. Esto se debe a que muchas de las fincas con cultivos en hidropónicos no son mutuamente excluyentes. Es decir, muchos de los horticultores producen más de un tipo de cultivo bajo dicho sistema, por ende estas fincas califican para más de una categoría de cultivo.

\* El número de umbráculos por cultivo se estimó a base del tamaño estándar más utilizado por estructura para cada tipo de cultivo.

A principios de la década del 2000, como consecuencia directa de la **Ley Núm 238**, conocida como “**Ley para el Ordenamiento de las Industrias Agropecuarias de Puerto Rico**” surgió la importante iniciativa de organizar el sector hidropónico en núcleos de producción agrícola. Este innovador concepto ayudó a organizar grupos de agricultores que buscaban operar de forma más eficiente y efectiva, para que recibieran servicios y ayuda y logran acceder a los mercados de forma colectiva y rentable (Departamento Agricultura 2001).

En la actualidad el sector de productores de hortalizas en hidropónicos de Puerto Rico cuenta con dos núcleos de producción certificados que acopian el producto hidropónico, estos son; HidroVegetales de Puerto Rico que sirve principalmente a la región de Lares y la Organización de Productores Comerciales de Hidropónicos de Puerto Rico (OPCH) que sirve a la región de Arecibo. Estos núcleos certificados se encargan de buscar mercado para los productos, estabilizan los precios y mantienen la continuidad y presencia del producto en el mercado (Departamento Agricultura 2001).

El sector comercial de producción hidropónica en la isla está dedicado en su totalidad a la producción de hortalizas y ciertas especies aromáticas. Por su importancia económica y en términos de su área de producción total, se destacan los cultivos de tomate, lechuga del país, cilantrillo y recaó. En la categoría de plantas aromáticas se incluyen; la albahaca, el tomillo, el eneldo, el perejil y germinados, entre otros. La mayor parte de estos productos son acopiados por los núcleos de producción para ser distribuidos y vendidos a través de los supermercados de todo Puerto Rico (Parés 2007).

## 1.2 Importancia de la Investigación

Actualmente el concepto de hidroponía es conocido mundialmente, países como Holanda, España, Francia, Japón, Israel, Bélgica, Alemania, Australia, Italia y EEUU, entre otros, han logrado establecer grandes extensiones de terreno dedicadas a la producción de cultivos en hidropónicos. Estas naciones han invertido muchos recursos y esfuerzos en el desarrollo de sus sistemas de producción, lo que ha redundado en un desarrollo sustentable y coherente de sus industrias (Hassall, et al. 2001).

La hidroponía en la producción de hortalizas ha sido uno de los renglones de más rápido crecimiento durante los últimos años en Puerto Rico. Esta situación trae a su vez el que se presenten problemas hortícolas que puede no sean comunes para la producción convencional de hortalizas en bancos. Sin embargo, debido a la limitación de información disponible y concientes de las necesidades del agricultor, urge el promover estudios e investigación dirigidos a fomentar el desarrollo del sector hidropónico (Martínez 2007).

En la reunión anual de la Empresa de Hortalizas de la Estación Experimental Agrícola, celebrada en noviembre de 2007, los investigadores y científicos estuvieron de acuerdo en identificar como una necesidad dentro de la industria de hortalizas, la investigación y evaluación de diferentes aspectos para el sector de producción no convencional. Estas necesidades básicas se resumen en los siguientes puntos; la evaluación del uso de estructuras para la producción de hortalizas en diferentes áreas ecológicas de la isla y la evaluación de los diferentes sistemas para la producción de cultivos hidropónicos y su adaptabilidad para el trópico en aspectos, tales como:

cultivos, fertilización, control de plagas y estudios de viabilidad económica (Martínez 2007).

Según el Director Ejecutivo de la ORPH, el Agrónomo Manuel Crespo Ruiz, el impacto de la producción de hortalizas bajo sistemas hidropónicos ha sido importante para la industria de hortalizas en estos últimos años. Sin embargo, actualmente es muy poca la investigación y el análisis de las operaciones comerciales en cuanto a las repercusiones económicas para el productor y para la industria de hortalizas al insertarse en este modelo de producción.

Tras aproximadamente dos décadas de operación comercial con los sistemas hidropónicos en Puerto Rico, se hace evidente la falta de investigación de los aspectos operacionales, administrativos y financieros del sector. Esta investigación fue diseñada con el propósito de revelar información sobre algunos de estos aspectos en cultivos de importancia económica y hacer una aportación en ampliar el conocimiento sobre los componentes del sector hidropónico.

En un mundo de constantes cambios y desafíos, en el cual la actividad agrícola se ve cada día más amenazada, ya sea por los cambios climatológicos, por la constante reducción de los terrenos cultivables y por la contaminación ambiental, entre otros desafíos, es necesario que se inviertan recursos y esfuerzos para la investigación y la evaluación de nuevas técnicas y metodologías de producción. Sin lugar a dudas estos esfuerzos nos ayudarán a salvaguardar la seguridad alimentaria de la población mundial tanto en el corto como en el largo plazo (FAO 2003). Es por eso que el futuro de la hidroponía como tecnología de producción se presenta como una alternativa prometedora para países que tienen problemas con suelos contaminados, escasez de agua o condiciones ambientales o climatológicas adversas (Resh 2001).

### **1. 3 Objetivos**

Mediante este estudio de naturaleza descriptiva sobre la operación de los sistemas de producción hidropónica en la isla, se reveló información sobre diversos aspectos de la situación actual en la producción de hortalizas, para tres cultivos de importancia económica; el tomate, la lechuga y el cilantrillo bajo este sistema de producción.

Al culminar con la investigación se cumplió con los siguientes objetivos;

- Establecer el perfil e identificar las experiencias de los productores de tomate, lechuga y cilantrillo en hidropónicos de Puerto Rico
- Analizar la función operacional y administrativa de las agroempresas de tomate, lechuga y cilantrillo en hidropónicos
- Examinar la posición financiera de las operaciones y evaluar sus rendimientos en función de las actividades de costos, resultados operacionales y recursos económicos disponibles durante el periodo transcurrido de enero 1 a diciembre 31 de 2008.

## 2. Estudios Previos

En Puerto Rico no se ha generado la investigación suficiente para respaldar las necesidades fundamentales de los productores del sector hidropónico. En su lugar se genera una dependencia en estudios realizados en el extranjero, que a menudo dificulta su aplicación a las condiciones locales de la isla. Ante la limitada investigación e información sobre la situación de las operaciones y las finanzas del sector de producción hidropónica, se seleccionó una muestra de tres estudios en los cuales se evaluó la situación de la producción hidropónica de distintos países alrededor del mundo.

En febrero 2002, Ilaflan y sus colaboradores, del Departamento de Horticultura de la Universidad Cornell en Ithaca, Nueva York, llevaron a cabo un estudio económico para analizar la viabilidad económica de un modelo de producción hidropónica para producir lechuga en la zona norte y noreste de los Estados Unidos. Esta investigación tuvo un interés particular de establecer sugerencias para la implementación de programas de producción de hortalizas frescas en zonas de clima frío y con condiciones de luz solar limitadas.

Los resultados de su estudio revelaron que la zona sur y suroeste de los EU brinda una ventaja competitiva en costos para la producción de lechuga y otras hortalizas en hidropónicos. Ciudades como Miami, Raleigh y St. Louis presentaron los costos por unidad más bajos como consecuencia de una buena cantidad de luz solar y por consiguiente menores requerimientos de calefacción y un costo de labor más bajo. Por el contrario, en la región noreste, Ithaca produjo los costos de producción más elevados de todas las localidades examinadas.

Las principales recomendaciones de los investigadores para afectar dramáticamente la viabilidad de las operaciones del sector en una forma positiva, fueron; el establecimiento de cambios en la política pública para incentivar al sector, el hacer extensivas a los productores tarifas de energía eléctrica más económicas, además de involucrar directamente al gobierno y al estado en programas de subsidios para ayudar a desarrollar esta técnica de producción agrícola.

En noviembre 2001, Hassall y Asociados, de la Corporación para el Desarrollo e Investigación para Industrias Rurales de Australia, llevaron a cabo un estudio para aumentar los conocimientos sobre el sector de producción hidropónica y evaluar su viabilidad como método de producción alternativo a la producción convencional en suelo en el continente Australiano.

El análisis de la investigación fue extensivo a operaciones a nivel internacional y doméstico para el continente australiano. Esta investigación incluyó una evaluación de los requerimientos para desarrollar una operación comercial, los aspectos económicos importantes detrás de la producción y las limitaciones subyacentes para la expansión y el desarrollo de las operaciones dentro del sector de producción hidropónica.

A través de los resultados de este estudio, se obtuvieron conclusiones muy importantes que respaldan el supuesto de la producción comercial de hidropónicos como una industria exitosa y de rápido crecimiento en naciones y países afluentes como lo es el continente australiano. La operación de un sistema de producción hidropónica no es un asunto simple ni automático para ningún productor, el éxito radica en una planificación rigurosa acompañada por las destrezas y experiencias prácticas en la producción.

Los resultados del análisis económico mostraron rendimientos moderados para los productores en la etapa inicial y en la madurez de sus empresas, lo cual es consistente con asociar el éxito económico de las empresas con el desarrollo de

economías de escala en la producción, la explotación de nichos del mercado y la creación de productos o procesos con un valor añadido. Se sugirió que el éxito de los agroempresarios en el ámbito internacional estaría estrechamente vinculado a la creación e integración de los productores en conglomerados que busquen el beneficio colectivo y dejen a un lado los intereses individuales. Por último, se explicó la importancia de crear organismos permanentes responsables de estandarizar los procesos dentro de las industrias, de establecer política pública y formular planes estratégicos para los sectores en cooperación con sus integrantes.

En 1991, el Dr. José Peña, del Servicio de Extensión Cooperativa de Texas, llevó a cabo una investigación con más de 60 productores de tomates en hidropónicos para evaluar la situación económica del sector en la zona centro-sur de los EU, vista desde la óptica del productor.

Este estudio comprensivo abarcó aspectos, tales como; la inversión de capital, la operación, los costos de producción, la estructura de precios en el mercado, la demanda del producto y el mercadeo circunscritos a las condiciones prevaletes para finales de la década de 1980 y principios de los 1990.

Este estudio reveló que la operación comercial de un sistema hidropónico para la producción de tomates en este momento histórico, resultaba en una operación muy onerosa la cual condicionaba su viabilidad económica a una compleja combinación de factores internos y externos a la operación. El Dr. Peña enfatizó en la falta de proporcionalidad en la relación de precios vs. costos, en una relación de aumentos constantes en los costos de producción y precios relativamente estables a través del tiempo. Recalcó la necesidad de producir altos volúmenes de vegetales para generar economías de escala y por consiguiente obtener resultados netos positivos con rendimientos moderados. Además, explicó que la elasticidad de la demanda por el consumo de vegetales ha provocado que el aumento en el consumo de éstos esté

justificado en una mayor medida por el aumento de la población del mundo y muy poco por el aumento en el consumo per cápita de este renglón.

### **3. Materiales y Métodos**

El trabajo realizado correspondió a un estudio descriptivo de correlación. En este tipo de estudio el investigador usa una serie de procedimientos y métodos para recolectar datos sobre personas, objetos o acontecimientos bajo las condiciones prevalecientes en un área y en un tiempo determinado las cuales el investigador no puede controlar. Este tipo de investigación se realiza con el fin de describir y determinar cómo se relacionan o vinculan diversos fenómenos entre sí, o si por el contrario no existe relación entre ellos (Selltiz, et al. 1970). Lo principal de estos estudios es saber cómo se puede comportar una variable conociendo el comportamiento de otra variable relacionada y como resultado brindar un diagnóstico de dicho comportamiento (Padúa 1993).

#### **3.1 Población y Muestra**

Según los datos obtenidos de la ORPH el número de productores comerciales registrados en el sector hidropónico para el año 2007 se aproximó a veintitrés (23) productores de tomate, treinta y siete (37) productores de lechuga y cuarenta y ocho (48) productores de cilantrillo. Basados en los objetivos del estudio y por la naturaleza de los datos a ser generados mediante la investigación, se utilizó muestreo aleatorio simple circunscrito a un protocolo de selección. El muestreo aleatorio simple le provee a los elementos de la población de investigación según la define el investigador, igual oportunidad para ser seleccionados como objetos de estudio (Ott, et al. 2001).

Para la selección de las unidades de estudio se utilizó el siguiente protocolo;

- Ser una operación registrada en el Departamento de Agricultura
- Cumplir con la definición de operación comercial, según los cultivos producidos

- Aceptar voluntariamente participar en el estudio

Basado en el protocolo de selección de la muestra, la población elegible para el estudio estaba constituida por 108 productores aproximadamente. De esta población se muestreo un 26% de las operaciones en tomate (6), un 35% de las operaciones en lechuga (13) y un 29% de las operaciones en cilantrillo (14) para un total de (33) operaciones administradas por (23) productores.

Estadísticamente esta muestra fue representativa para los diferentes cultivos producidos bajo este sistema. Esta representó al menos una cuarta parte o un 25% de los elementos aplicables bajo cada grupo de cultivo. Este tamaño de muestra fue material para hacer inferencias sobre la población de estudio y en términos del costo-beneficio, producir la información no resultó más oneroso que la utilidad de los resultados obtenidos.

Con la colaboración de los 2 núcleos de producción agrícola se realizó el muestreo y mediante un estudio de casos se entrevisto a los productores de tomate, lechuga y cilantrillo de las diferentes áreas de Puerto Rico. En la Figura 1 se ilustran los municipios de Puerto Rico con productores participantes en el estudio.

Figura 1. Mapa de Ubicación de la Muestra de Productores para el Estudio



## **3.2 Instrumentos de la Investigación**

Para recopilar la información pertinente del estudio se utilizaron instrumentos de investigación primaria y secundaria. Los instrumentos de investigación primaria son aquellos utilizados por el investigador para generar nueva información y conocimientos sobre el objeto o fenómeno a ser estudiado. El mecanismo de entrevista personal fue el mecanismo de investigación primaria utilizado en el estudio. Mediante la entrevista personal se obtiene información concisa y directa de los objetos de estudio, además permite establecer relaciones importantes que se derivan de las condiciones y circunstancias específicas para cada caso.

Las fuentes de información secundaria incluyeron; libros y publicaciones, consultas a diferentes dependencias del Departamento de Agricultura de Puerto Rico y de la Universidad de Puerto Rico y estudios llevados a cabo dentro y fuera de la isla. La información de mayor envergadura para delinear y esbozar el diseño de la investigación fue provista por la ORPH y por el personal administrativo de los núcleos de producción agrícola.

Hacer un estudio de casos mediante entrevistas para la recolección de datos, teniendo en cuenta que la investigación y el análisis de resultados se basaron en datos primarios, y que el objeto de estudio no contaba con investigaciones similares anteriores, obedeció a la lógica de un muestreo útil de carácter comprensivo.

### **3.2.1 Cuestionario**

El mecanismo de investigación primaria (la entrevista personal) fue elaborado a base de un cuestionario construido alrededor de los tres objetivos de la investigación. Dicho instrumento constó de tres partes cada una dirigida a obtener la información

necesaria para satisfacer cada uno de los tres objetivos del estudio. En el Apéndice D se incluye una copia del cuestionario.

Aquí lo importante fue la selección de unidades ricas en información para estudiarse en profundidad. El esfuerzo de esta investigación estuvo dirigido a generar información relevante que sirviera de base a más investigaciones, esto para buscar la eficiencia dentro del sector.

### **3.3 Recopilación y Manejo de Datos**

La fase de recopilación de datos fue una etapa crucial para satisfacer los objetivos del estudio. El 20 de noviembre de 2008 el Departamento de Horticultura del Colegio de Ciencias Agrícolas en el Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico, dirigió una carta a los administradores de los 2 núcleos de producción, esto para autorizar y avalar la realización del estudio y solicitar toda la ayuda necesaria de estas instituciones para el proceso. La fase de recopilación de datos de los productores se extendió por un periodo aproximado de 5 meses, está comenzó el 12 de febrero y culminó el 20 de junio de 2009. La dinámica de trabajo consistió en lo siguiente;

1. Primero se obtuvo la información de contacto de los productores en hidropónicos a través de los administradores de los núcleos y la ORPH.
2. Luego se procedió a contactar a los productores y se ejecutó la prueba de rigor para confirmar la elegibilidad de cada uno según el protocolo establecido.

3. En muchos casos se realizó una primera visita para explicar en detalle el cuestionario y se coordinó una segunda para completarlo.

En la fase de la organización y la validación de los datos obtenidos, se procedió a construir una base de datos en forma de tablas. Esto sirvió para organizar, resumir y analizar los datos de acuerdo a la categoría del cultivo producido.

Dado que la mayor parte de la información obtenida fue de índole cuantitativa, se resumió y analizó el insumo obtenido, mediante la creación de archivos digitales bien documentados con el programa de hojas de cálculo *Microsoft Office Excel*®. Este programa posee una interfase de fácil manejo y es una herramienta útil para el análisis de datos numéricos. Además se utilizó la herramienta de análisis estadístico *InfoStat*®.

### **3.4 Limitaciones de la Investigación**

Mediante la realización de este estudio existieron limitaciones importantes, unas impuestas por el uso de recursos investigativos limitados y otras por condiciones y circunstancias existentes dentro de la industria.

Es importante señalar que todo el trabajo de campo de realizar las visitas a los productores y el financiamiento de los gastos recayeron en su totalidad sobre el Sr. Juan J. Llanos. Aunque esto ayudó a garantizar una recolección de datos de mayor cuidado y meticulosidad, puso una mayor presión sobre el investigador y redujo la posibilidad de aumentar el tamaño de la muestra de estudio.

En la etapa preliminar de recolección de datos se enfrentó la situación de poca disposición por parte de los productores en participar del estudio. Esto quedó evidenciado al lograr sólo un 50% de participación en aquellos productores abordados para el estudio, que fue un total de 46. Las razones más comunes ante la negativa a

participar, fueron; no disponer del tiempo, no estar interesados en formar parte, desconfianza ante cual sería el uso legítimo que se le daría a la información provista y por desconocer gran parte de la información que se les requería. Un 26% de los productores abordados (12), ya estaban fuera de la operación tras haber confrontado serios problemas de liquidez y rentabilidad operacional. La Tabla 3 ilustra la distribución por municipio de los productores abordados y de la muestra de los que participaron en el estudio.

Tabla 3. Distribución de la Muestra del Estudio por Municipio

Distribución de la Muestra del Estudio por Municipio			
Municipio	Abordados	Participantes Como:	
		Total	% de la Muestra
Adjuntas	2	2	9%
Arecibo	4	2	9%
Barranquitas	1	1	4%
Bayamón	1	1	4%
Camuy	1	1	4%
Ciales	1	0	0%
Guayanilla	1	1	4%
Hatillo	1	1	4%
Hormigueros	1	0	0%
Isabela	1	1	4%
Jayuya	1	1	4%
Lares	23	9	39%
Moca	2	1	4%
Ponce	1	0	0%
Utuaado	5	2	9%
<b>Totales</b>	<b>46</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

## **4. Resultados y Análisis**

En esta sección se presentan los resultados de la investigación para cada una de las secciones del cuestionario. Estas secciones incluyen; el perfil y las experiencias de los productores, la operación y administración de los agro negocios y la situación financiera de los productores en hidropónicos.

El análisis de los resultados esta resumido y desarrollado con la presentación de figuras y tablas, esto ayuda a facilitar la comprensión de la información más relevante.

### **4.1 Perfil y Experiencias del Productor**

El interés por conocer la situación del sector, con el fin de plantear soluciones a algunos de sus problemas, obedeció a la importancia de conocer las características de los productores. Para lograr esta meta se obtuvieron datos sobre; la demografía, el trasfondo y las experiencias y motivaciones dentro de la industria para cada productor entrevistado.

#### **4.1.1 Demografía**

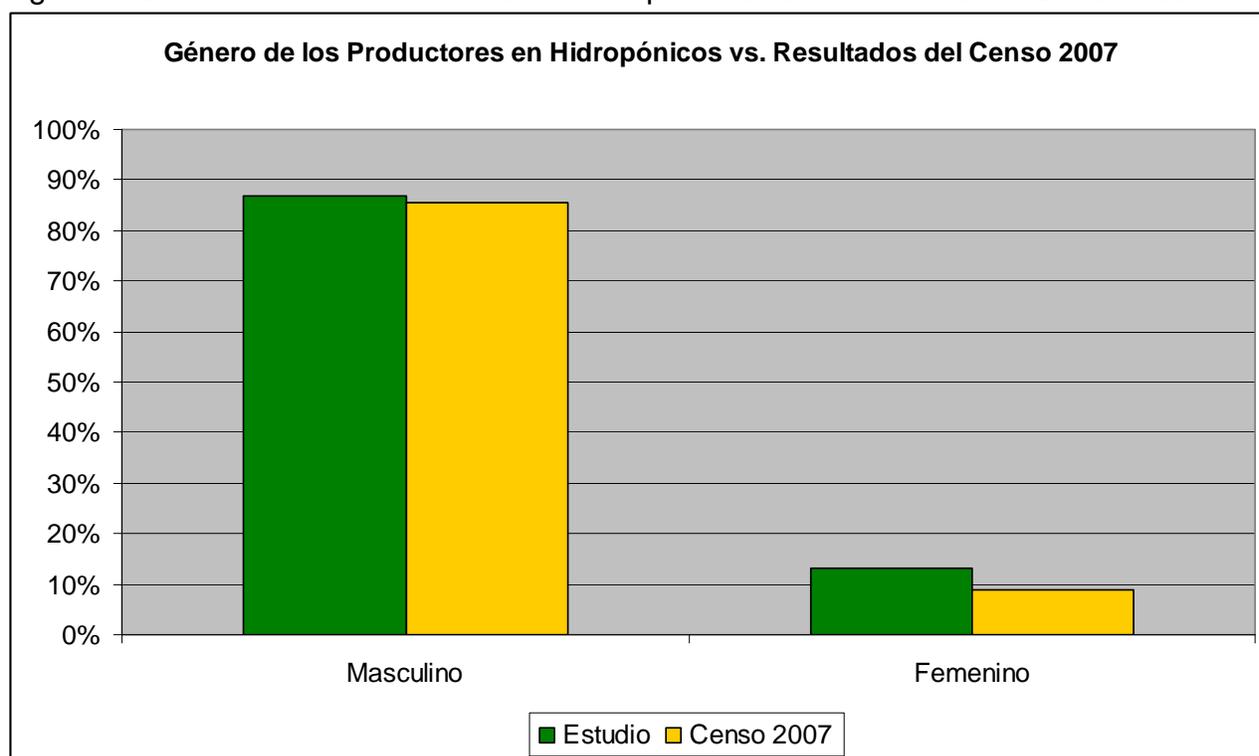
La demografía de una población incluye información sobre su composición según el género, la edad promedio, el nivel educativo y las fuentes de ingreso, entre otras características. Como parte del análisis en esta sección, se incorporó como base de comparación la información provista por el Censo de Agricultura 2007 (Censo).

### 4.1.1.1 Género

Para este estudio se entrevistó a 23 productores en hidropónicos distribuidos en 12 municipios de Puerto Rico. De estos productores 20 fueron hombres para un 87% y 3 fueron mujeres para un 13%. La Figura 2 establece una comparación según el género de los productores del estudio y los resultados del Censo.

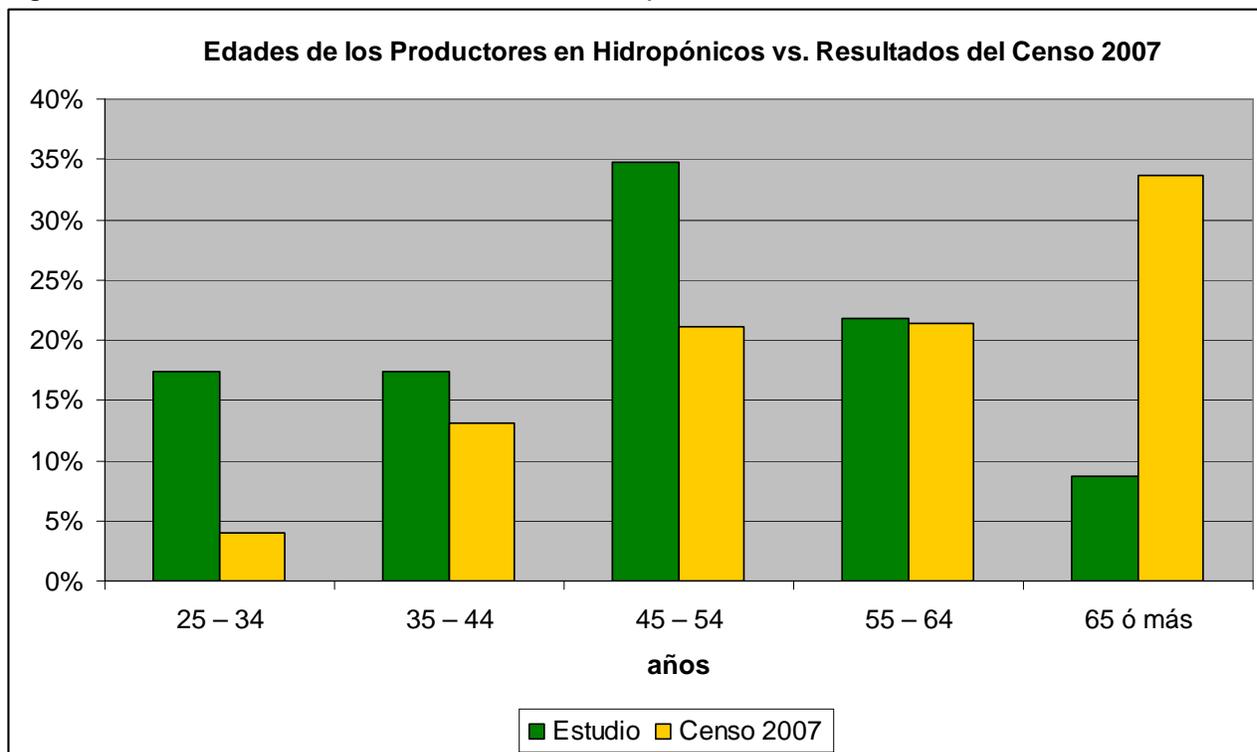
Como se observa en la figura la distribución según el género de los productores para el estudio, fue proporcional a los resultados del Censo para hombres y mujeres que llevan a cabo operaciones agrícolas en Puerto Rico.

Figura 2. Género de los Productores en Hidropónicos vs. Resultados del Censo 2007



### 4.1.1.2 Edad

Figura 3. Edades de los Productores en Hidropónicos vs. Resultados del Censo 2007



En la muestra analizada se identificó que para 13 de los operadores las edades rondaron entre los 45 y 64 años al momento del estudio, lo que representó el 57% de los elementos estudiados. Sin embargo, aquellos por debajo de los 45 años representaron sólo el 37% del total.

Según el Censo, hasta diciembre 31 de 2007 aproximadamente el 76% de los operadores agrícolas en Puerto Rico tenía 45 años o más y menos del 20% estaban por debajo de los 45 años. Según estas cifras aproximadamente un 35% de los productores agrícolas en Puerto Rico tenía 65 años o más. Esto indica que la población de agricultores en Puerto Rico esta constituida en su mayoría por personas de edad avanzada.

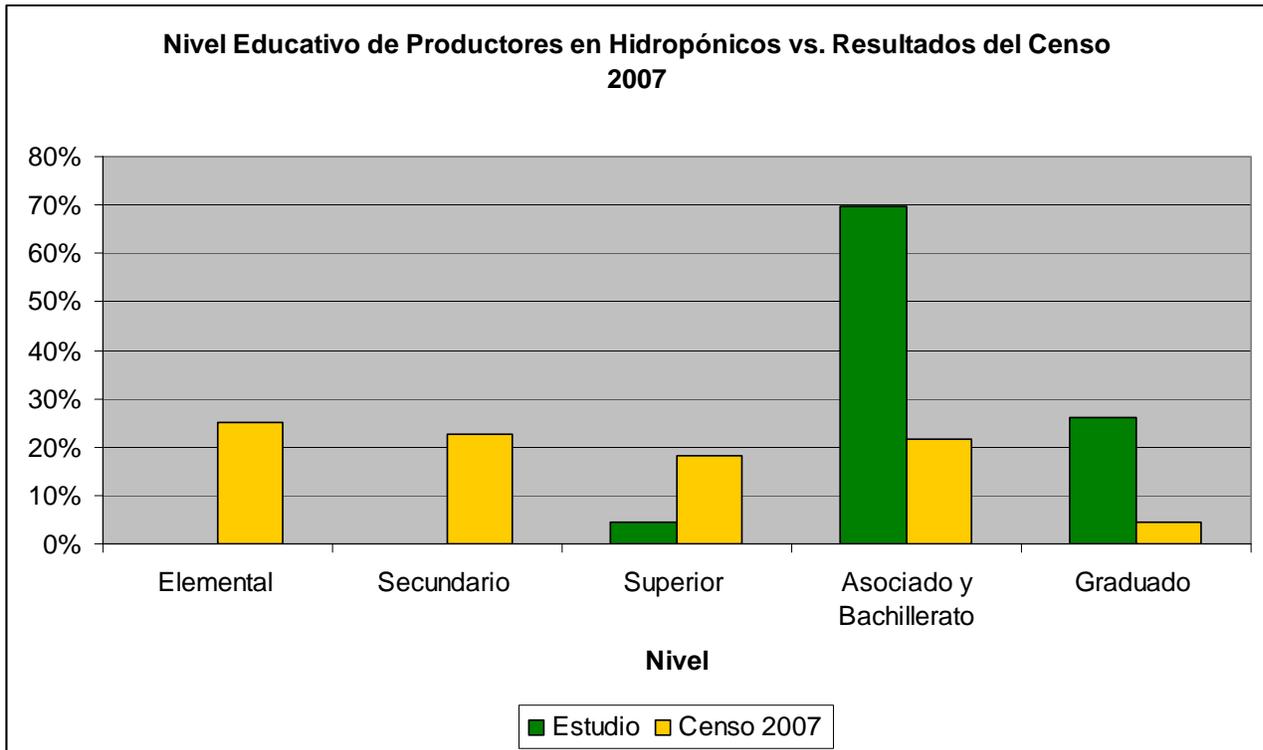
Del elemento demográfico “Edad”, logramos advertir que en la actualidad el agro empresario en hidroponía es un agricultor maduro, en su mayoría personas entre los 45 y 64 años de edad.

#### **4.1.1.3 Nivel Educativo**

En términos de la preparación académica y el nivel educativo alcanzado, se identificó un comportamiento muy diferente de los productores en hidropónicos en comparación con la población agrícola en general. De los 23 productores entrevistados, el 96% logró al menos un grado asociado. De este grupo, 3 completaron un grado asociado, 13 alcanzaron un grado de bachiller y 6 completo una maestría o un doctorado. Algunas de las especialidades identificadas en el estudio, fueron; Administración de Empresas (7), Agrimensura (1), Agronomía (6), Ingeniería (1), Matemáticas (1), Mecánica (1), Medicina (1), Química (2) y Sistemas de Oficina (1). Esto sugiere un alto índice de escolaridad para los productores dentro de este sector y la incursión a la actividad hidropónica, de muchos profesionales de diversas áreas no relacionadas a la producción agrícola.

Si se observa la Figura 4 bajo las categorías; Nivel Asociado y Bachillerato y Nivel Graduado, fácilmente se identifica un marcado contraste para la muestra del estudio y los resultados provistos por el Censo.

Figura 4. Nivel Educativo de los Productores en Hidropónicos vs. Resultados del Censo 2007

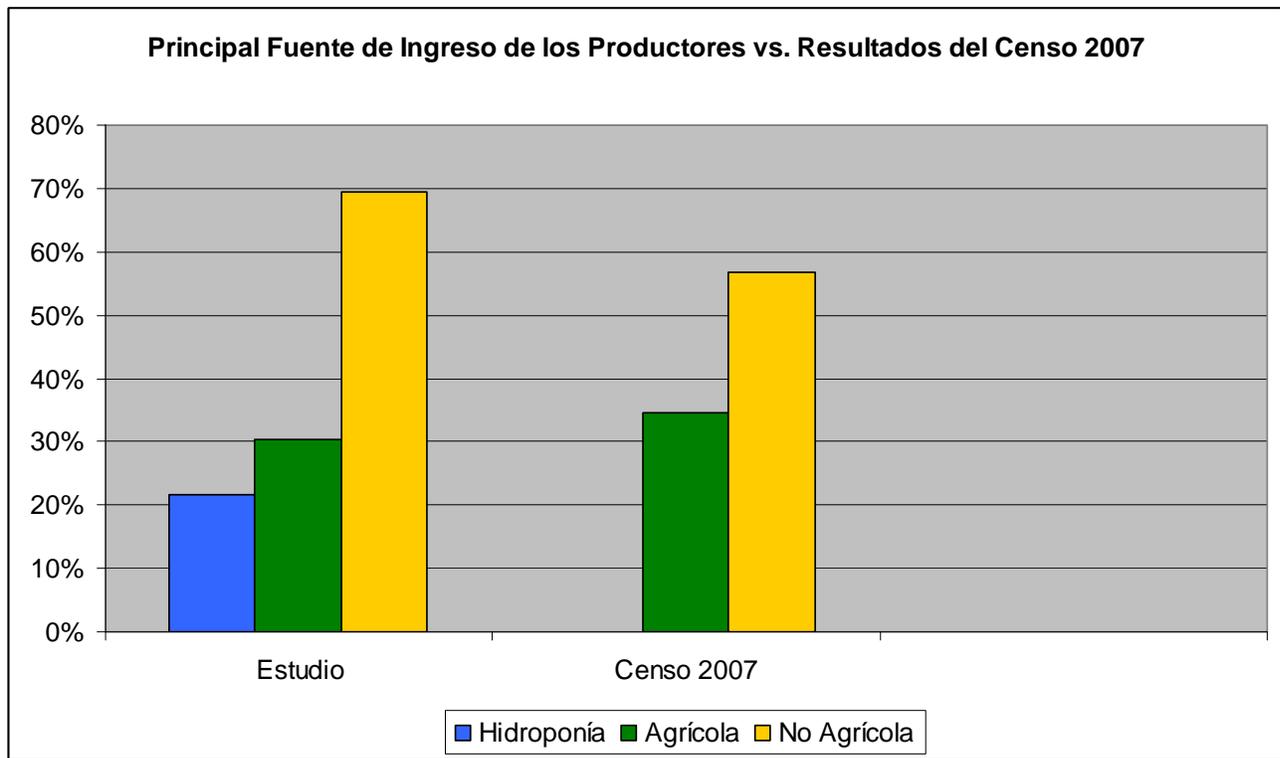


#### 4.1.1.4 Fuentes de Ingresos

Según los resultados del Censo, sólo el 35% de los operadores agrícolas tuvo como su principal fuente de ingreso la explotación de una actividad agrícola para finales del año 2007. En el estudio llevado a cabo con los productores en hidropónicos esta tendencia quedó validada al identificar tan sólo 7 productores, un 30% de la muestra, con la explotación de una actividad agrícola como su principal fuente de ingresos. De estos 7 productores, 5 tenían como su principal fuente de ingreso la producción hidropónica. Esto significa que el 78% (18) de los entrevistados, sólo genera un ingreso complementario por la producción de cultivos en hidropónicos.

Un dato importante para muchas de las empresas analizadas, fue que en la mayoría de los casos la hidroponía está acompañada por operaciones agrícolas de mayor envergadura. Entre las operaciones más explotadas junto a la hidroponía, se destacan; la producción de plátanos, de café y china.

Figura 5. Principal Fuente de Ingreso de los Productores vs. Resultados del Censo 2007



#### 4.1.2 Experiencias y Motivaciones

En esta sección se analizan y se discuten los principales factores relacionados con la incursión de los productores en el sector hidropónico y la manera de iniciarse en sus respectivas empresas. Conocer las experiencias y las motivaciones de los empresarios ayuda a identificar patrones en las industrias. Esto permite auscultar alternativas para los empresarios potenciales y los existentes (Vega, et. al. 1995).

#### **4.1.2.1 Preparación en la Técnica**

Los productores en hidropónicos debidamente registrados con el departamento de agricultura deben cumplir con un requisito de adiestramiento en la técnica de hidroponía. Estos adiestramientos son ofrecidos por escuelas agrícolas debidamente certificadas por el Departamento de Educación y el Departamento de Agricultura para ofrecer dicha instrucción. Esta capacitación en la técnica de producción le da derecho al agricultor de participar de diversos programas de subsidios, como por ejemplo el programa de infraestructura agrícola y también lo califica para formar parte de los núcleos de producción agrícola. Esto fue validado al obtener un 100% de respuestas afirmativas de los productores a la pregunta de si se habían adiestrado en la técnica.

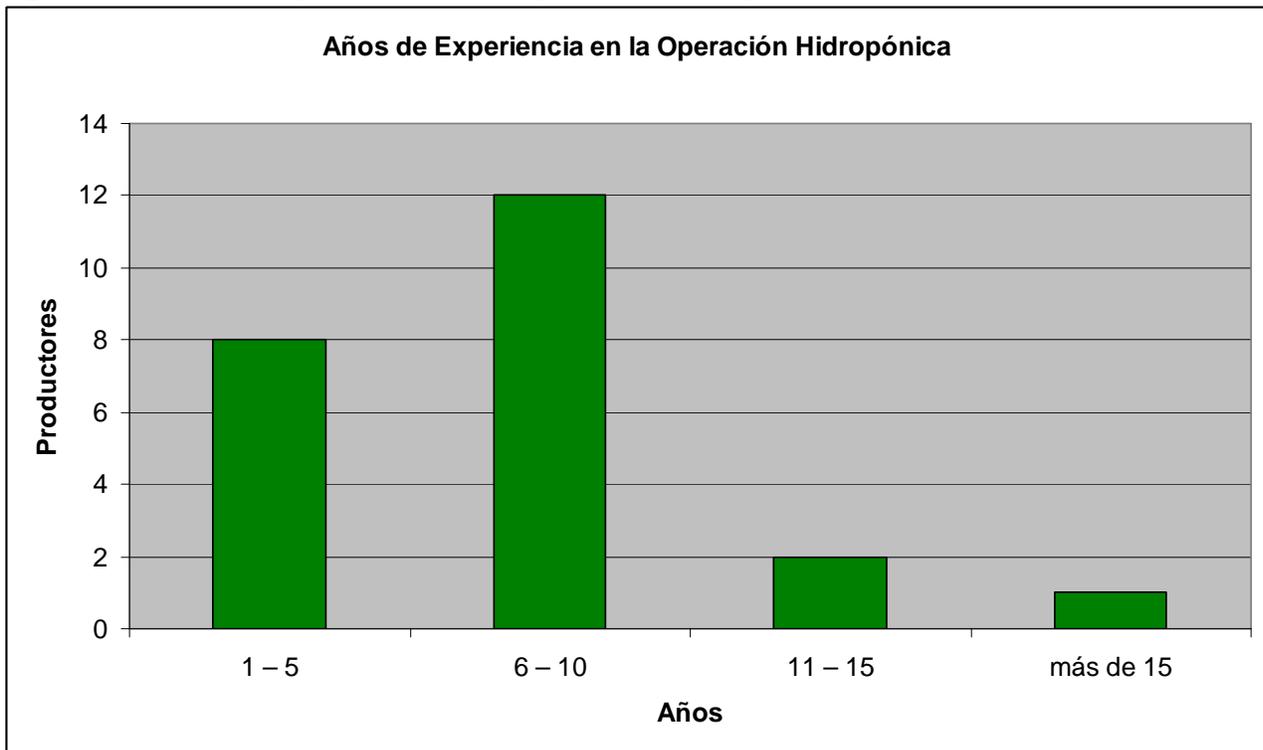
Ante la pregunta específica de cuales habían sido todas las fuentes de conocimiento necesarias para su preparación en la técnica, en adición a que todos fueron debidamente adiestrados por instituciones de educación agrícola, un 57% afirmó haber aprendido substancialmente en la práctica con otros productores en hidropónicos y un 52% asegura también haber adquirido y reforzado destrezas mediante la lectura de libros y publicaciones relacionados con la técnica.

#### **4.1.2.2 Años de Experiencia**

Como se mencionó en la sección introductoria, el sector de producción hidropónica en Puerto Rico comenzó su desarrollo comercial para la década de 1990. Esto significa que la mayor parte del desarrollo de la industria ha transcurrido en un periodo de tiempo comprendido por 20 años.

En la Figura 6, se ilustra la cantidad de productores del estudio según los años de experiencia en la operación hidropónica. El 87% de los productores del estudio (20), se ubicó bajo las categorías de 1-5 y 6-10 años de experiencia, con el mayor número de operadores en esta última categoría. Sólo (3) de los productores entrevistados poseía 11 años o más de experiencia al momento de la investigación.

Figura 6. Años de Experiencia en la Operación Hidropónica



### 4.1.2.3 Motivaciones y Planificación de los Negocios

Al preguntar a los operadores cuales habían sido las motivaciones principales para establecer sus propias empresas, las respuestas se distribuyeron según se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Distribución de las Motivaciones para Empezar la Operación

Distribución de las Motivaciones para Empezar la Operación		
Motivaciones	Productores Como:	
	Total*	% de la Muestra*
Identificó una oportunidad en el mercado	16	70%
Complementar el ingreso	9	39%
Es su pasatiempo	9	39%
Ser su propio jefe	7	30%
Preparación académica en el área	5	22%
Por causa de desempleo	2	9%

\*La suma de los totales y los porcentajes sobrepasan el total de los productores del estudio y 100% respectivamente, ya que cada productor tenía la opción de seleccionar más de una alternativa.

Las respuestas fueron muy variadas, fue interesante establecer un contraste sobre nuestra percepción general de lo que motiva al agro empresario y lo que en realidad mueve a los agricultores hacia la actividad empresarial.

Un alto porcentaje de los productores del estudio 70%, coincidió en señalar que el factor más importante para empezar sus negocios fue la identificación de una oportunidad en el mercado. En las posiciones siguientes se identificaron los factores; complementar el ingreso y una actividad de pasatiempo con un 39% cada una y el interés por ser sus propios jefes con un 30%.

A los productores se les preguntó si habían utilizado un plan de negocio al inicio de sus operaciones. Interesantemente, 17 de éstos llevaron a cabo un plan de negocios inicial para sus empresas, esto para un 74% del total.

Al analizar y comparar los resultados para los operadores en variables cualitativas, tales como: nivel educativo, motivaciones para iniciar las empresas y utilización de planes de negocio iniciales, se observa la presencia de cualidades en estos empresarios que son necesarias para la creación de negocios exitosos.

En términos generales estos indicadores del perfil del operador establecen que la industria de producción hidropónica posee agricultores preparados, atentos a las tendencias del mercado y de la industria y preocupados por anticipar y controlar los resultados de sus operaciones.

#### **4.1.2.4 Dificultades al Inicio**

Se le preguntó a los dueños de las empresas si habían confrontado dificultades importantes al momento de crear e iniciar sus operaciones, a lo cual 17 productores respondieron que si y 6 productores aseguraron no haber tenido dificultades importantes al inicio.

Aquellos que afirmativamente confrontaron problemas al inicio, se les pidió que mencionaran cuales fueron las 3 dificultades principales en orden de magnitud. La Tabla 5 presenta por orden de mención (magnitud), cuales fueron las principales dificultades de los productores en hidropónicos al inicio de sus operaciones.

Tabla 5. Dificultades de los Productores al Inicio de la Operación

Dificultades de los Productores al Inicio de la Operación			
Situaciones	Menciones como: % de la muestra		
	1ra*	2da*	3ra*
Burocracia del gobierno	30%	4%	13%
Obtención de financiamiento	13%	22%	13%
Alta inversión en planta y equipo	13%	13%	13%
Altos costos operacionales	4%	26%	13%
Poco asesoramiento	4%	9%	13%
Falta de programas de apoyo	4%	0%	4%
Barreras de competidores	4%	0%	4%
Ninguna dificultad importante	26%	26%	26%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

\* 1ra, 2da y 3ra mención se refiere a la magnitud ó importancia que le otorga el productor a las 3 dificultades principales al momento de iniciar la operación. En este caso 1ra mención representa la dificultad más importante y 3ra mención la menos importante.

Aquellos productores entrevistados que confrontaron problemas informaron que en primera instancia, los 3 factores principales que afectan el desarrollo de las agro empresas en hidropónicos son; la burocracia gubernamental, la dificultad para obtener financiamiento inicial y el alto costo en activos de planta y equipo. En segunda mención se le asignó un mayor peso a la dificultad que suponen los altos costos operacionales y de producción. Por último, en la tercera mención los 4 factores de mayor magnitud quedaron equiparados con un 13%, además de añadirse un quinto factor relacionado con la falta de asesoramiento en el área de creación de empresas.

Estos resultados son consistentes con los obtenidos por José I. Vega y sus colaboradores en 1995, en el estudio titulado “*Los Dueños de Pequeñas y Medianas Empresas en Puerto Rico: Características y Necesidades*”. En el que se determinó que en su mayoría, las pequeñas y medianas empresas en Puerto Rico confrontan problemas que pueden atribuirse a áreas de inherencia gubernamental y a las circunstancias actuales para hacer negocios en Puerto Rico. Dicho estudio refleja que

el costo de hacer negocios en la isla es mucho mayor que el de otros países, inclusive para aquellos con sistemas económicos menos desarrollados que el nuestro (Vega, et. al. 1995).

Pese a todas las dificultades y conflictos con los que debe lidiar el productor en hidropónicos para mantener su empresa en marcha, se les formuló una última pregunta en esta sección a los productores; *Basado en su experiencia integral en el proceso de creación y manejo de agro negocios en Puerto Rico, ¿Volvería usted a crear un agro-negocio?* Sorprendentemente 16 productores (70%), contestó que sí y tan sólo 7 respondieron que no lo volverían a hacer. Esta respuesta es indicativa, de que el productor agrícola en Puerto Rico cuenta con una elevada vocación e interés en la agricultura y se esfuerza día a día por satisfacer las necesidades del sector.

## **4.2 Administración y Operación de la Empresa**

La administración y la operación de una empresa de negocios abarcan todo lo relacionado con el manejo de las áreas funcionales de la empresa, vistas como elementos de un sistema completo. Estas áreas de la empresa incluyen, pero no se limitan a; la entidad legal, la estructura organizacional, el uso de facilidades operacionales y los derechos sobre las mismas, el tipo y la fuente de financiamiento utilizado, el manejo de los recursos humanos, los procesos y prácticas operacionales relacionadas al producto, los controles de calidad, el uso de sistemas de contabilidad y registro, la implementación de sistemas de información, el uso de tecnología y la planificación estratégica, entre otros aspectos (CDE 2006).

En las siguientes secciones, se discute la situación sobre algunos de estos aspectos para las empresas hidropónicas y como podrían estar influyendo positiva o negativamente en el desarrollo adecuado del sector.

### 4.2.1 Entidad Legal

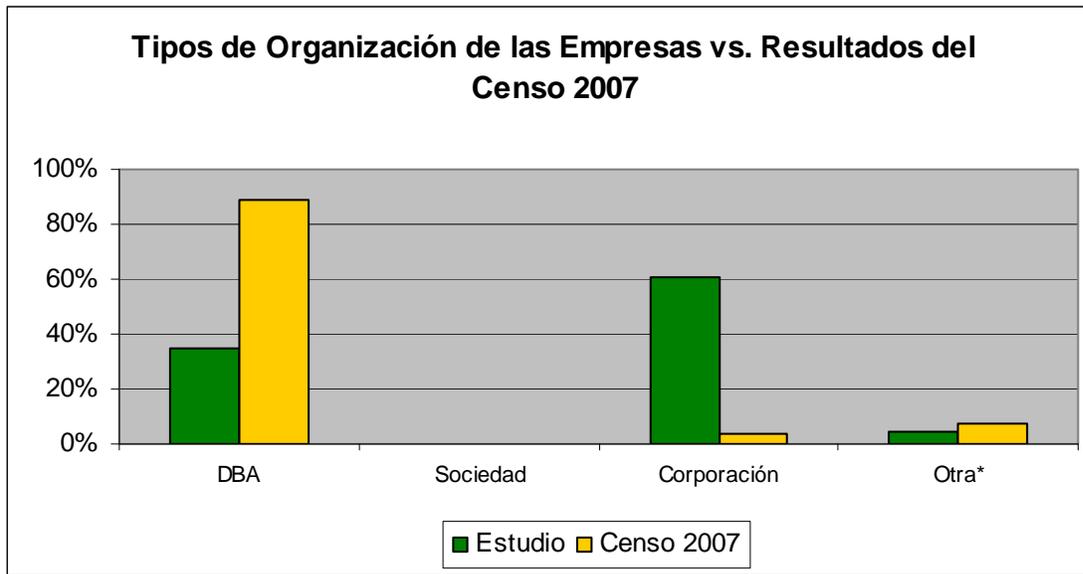
La entidad legal de una empresa define la forma en que una organización existe y opera en el ámbito de los negocios. La Figura 8, muestra un contraste de los resultados del estudio y la información provista por el Censo, bajo el apartado entidad legal de las operaciones agrícolas.

El estudio con los productores en hidropónicos reveló que el 61% (14) empresas fueron organizadas como corporaciones, un 35% (8) fueron negocios de individuo y ninguna fue establecida como sociedad. La corporación es un tipo de organización que le brinda a los dueños una serie de ventajas que no poseen las otras dos formas más comunes de organizar una empresa; el negocio de individuo y la sociedad. La corporación le da personalidad jurídica independiente a la empresa de la de sus dueños, le confiere responsabilidad limitada a sus fundadores y tiene la capacidad de negociar, contratar y operar más allá de la existencia de sus propietarios (Díaz 1998).

Si comparamos los resultados de la investigación con la información del Censo, se observa que la mayor parte de las operaciones agrícolas en Puerto Rico, aproximadamente un 89%, están bajo la entidad de negocio de individuo o “*dba*” por sus siglas en inglés. Este es el tipo de organización más simple y que menos convenciones le brinda a los dueños.

Mediante el estudio de la muestra de productores, se notó la percepción equívoca en muchos de que es más conveniente operar un negocio de individuo por su simpleza y así obviar la formalidad y los requisitos establecidos por las corporaciones. Sin embargo, por las bondades antes descritas y otros beneficios particulares el modelo corporativo puede resultar más conveniente y ventajoso para fines de organizar una empresa agrícola.

Figura 7. Tipos de Organización de las Empresas vs. Resultados del Censo 2007



\*En la categoría de Otra se incluyen; haciendas y cooperativas.

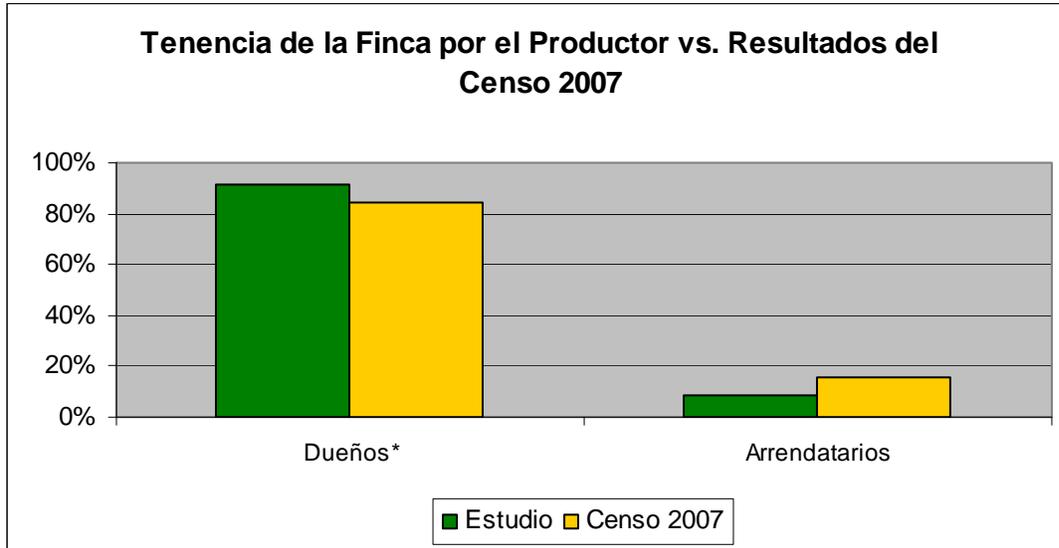
#### 4.2.2 Tenencia de las Fincas

En su mayoría los productores que participaron en el estudio y que tienen la hidroponía como su principal fuente de ingreso o como ingreso complementario son dueños de las facilidades operacionales que utilizan.

El 91% de los participantes (21) productores, son dueños de las fincas utilizadas en la operación. Tan sólo 2 de los productores entrevistados al momento del estudio poseían contratos de arrendamiento sobre sus facilidades. Estos contratos de arrendamiento en su mayoría pertenecen a la Autoridad de Tierras de Puerto Rico.

La Figura 9 ilustra la relación de tenencia de las fincas por los productores del estudio versus la población general de los agricultores según el Censo. Aquí se muestra que los resultados del estudio son proporcionalmente consistentes a los resultados del censo para operadores propietarios y arrendatarios de las fincas.

Figura 8. Tenencia de la Finca por el Productor vs. Resultados del Censo 2007



\*Dueños incluyen; propietarios parciales como sucesiones hereditarias o fideicomisos.

La tenencia de la finca es un aspecto muy importante en términos de su repercusión económica para la operación agrícola y para el productor. El arrendamiento de una propiedad origina un costo fijo por concepto de pagos de renta, los cuales se incurren sin importar cuales fueron los resultados de las operaciones. Como consecuencia de poseer un alto porcentaje de productores propietarios de sus fincas, esto se traduce en un ahorro substancial por no tener que incurrir en un costo fijo de renta.

### 4.2.3 Área de Producción y de las Fincas

La mayoría de los operadores del estudio practica la hidroponía como una fuente complementaria de ingresos, por ende, estas operaciones no cuentan con grandes extensiones de terreno dedicadas a la producción de cultivos en hidropónicos.

En el estudio se determinó que el tamaño promedio por finca fue de 31.49 cuerdas con un área aproximada de producción hidropónica de 0.20 a 0.40 cuerdas por finca, lo cual representó tan sólo entre el 0.6% a 1.2% del área total. De aquellas operaciones analizadas, la lechuga obtuvo en promedio la mayor área en pies cuadrados por finca con 16,760 pies, seguidas por las del tomate con 11,053 pies. Las operaciones de producción en cilantrillo, resultaron ser en promedio las más pequeñas con un área por finca de 8,596 pies cuadrados, casi la mitad del tamaño de las operaciones en producción de lechuga.

Aunque el sector hidropónico en Puerto Rico registró un crecimiento como técnica de producción en la pasada década, existe la posibilidad de crear más eficiencia dentro del sector. De esta forma se puede fomentar un crecimiento en el área total y por finca dedicadas a la producción de cultivos en hidropónicos. En el largo plazo esto le puede permitir a los operadores, generar economías de escala en la producción de hortalizas hidropónicas.

La Tabla 6 presenta un resumen por cultivo para las operaciones analizadas en el estudio a base del área promedio por finca y el área de producción de cultivos en hidropónicos.

Tabla 6. Área de Producción en Fincas por Tipo de Cultivo en Hidropónicos (Estudio)

Área de Producción en Fincas por Tipo de Cultivo en Hidropónicos					
Área de Producción					
Cultivos	Fincas*	Cuerdas		Pies <sup>2</sup>	
		Total	Promedio	Total	Promedio
Tomate	6	1.57	0.26	66,320	11,053
Lechuga	14	5.15	0.86	217,878	15,563
Cilantro	14	2.84	0.47	120,342	8,596
Total		9.56		404,540	

\*La suma de las fincas sobrepasa el número total de productores del estudio. Esto se debe a que muchas de las operaciones en cultivos hidropónicos no son mutuamente excluyentes. Es decir, muchos de los operadores producen tanto lechuga como cilantro, por ende, estas operaciones califican para ambas categorías de cultivos.

#### 4.2.4 Fuentes de Financiamiento

En cuanto a las maneras de financiar las operaciones al iniciar las empresas y posteriormente se identificó una alta dependencia sobre fuentes de financiamiento público en forma de incentivos gubernamentales y préstamos del gobierno. La realidad fue que ante la pregunta a los productores de si habían recibido algún tipo de ayuda de programa de gobierno o privado, la respuesta fue que el 91% de los empresarios fue recipiente de algún tipo de ayuda, todos por parte del gobierno.

La Tabla 7 hace un desglose de las principales fuentes de financiamiento utilizadas para los proyectos en hidropónicos. En primer lugar estuvieron los incentivos del Departamento de Agricultura, en su mayoría del Programa de Infraestructura Agrícola. En segunda instancia se observó el uso de ahorros personales del productor y el trámite de financiamiento público en forma de préstamos y líneas de crédito

provistos por el Banco de Desarrollo Económico. Tan sólo un 9% de los operadores utilizó financiamiento comercial en forma de préstamos.

Mediante el proceso de recolección de datos, hubo muchos productores que mencionaron haber considerado y solicitado alternativas de financiamiento comercial. Sin embargo, según mencionan estos agroempresarios, existe aversión por parte de la banca comercial privada en financiar este tipo de proyectos.

Tabla 7. Distribución de las Principales Fuentes de Financiamiento de las Operaciones

Distribución de las Principales Fuentes de Financiamiento de las Operaciones		
Alternativas	Productores Como:	
	Total*	% de la Muestra*
Incentivos del Depto. Agricultura	20	87%
Ahorros personales	13	57%
Préstamos de gobierno (BDE)	12	52%
Líneas de crédito (BDE)	6	26%
Préstamos personales	5	22%
Préstamos comerciales	2	9%
Tarjetas de crédito personales	1	4%

\*La suma de los totales y los porcentos sobrepasan el total de los productores del estudio y 100% respectivamente, ya que cada productor tenía la opción de seleccionar más de una alternativa.

#### 4.2.5 Gerencia y Áreas Funcionales de la Empresa

El proceso gerencial de una empresa es la integración de las actividades de planificación, organización, dirección y control para el uso de los recursos disponibles

en la empresa. Estas actividades se ejecutan con el fin de satisfacer las metas y los objetivos específicos de la organización (Schermerhorn 2001).

En las secciones siguientes se discuten las actividades administrativas llevadas a cabo por los productores y las particularidades de las áreas funcionales para las empresas hidropónicas.

#### **4.2.5.1 Funciones del Dueño**

En cuanto a las tareas cotidianas para las empresas se identificó que el operador o dueño funge como administrador y productor en las funciones regulares en un 87% de los casos. Esto es congruente con el hecho de que al tratarse en su mayoría de proyectos de tamaño moderado, el dueño debe integrarse en todas las funciones de la operación diaria.

Al indagar sobre las actividades específicas llevadas a cabo por los dueños en la operación, se mencionó; la supervisión de los empleados, las tareas relacionadas con la producción de cosechas, la búsqueda de canales de mercado y en algunos casos hasta la distribución y entrega de los productos.

#### **4.2.5.2 Recursos Humanos**

Las operaciones de producción hidropónica en su mayoría mantienen una pequeña plantilla de empleados a jornada parcial que en su mayoría trabaja de 4 a 5 horas diarias.

Según los resultados obtenidos de la investigación, alrededor de un 83% de las operaciones en hidropónicos tenía mano de obra contratada. En su mayoría, estos son

empleados a jornada parcial, para un promedio de 3 empleados por operación. La información provista por el Censo indicó que en términos generales un 49% de las operaciones agrícolas en Puerto Rico tenía mano de obra contratada con un promedio de 4 empleados por operación.

Si bien es cierto que la actividad de producción hidropónica esta asociada a una menor utilización de mano de obra en comparación a la producción convencional de hortalizas, también es cierto que para la operación adecuada de este sistema es necesario poseer personal adiestrado en la técnica que sea capaz de identificar anomalías en el sistema y pueda corregirlas a tiempo.

#### **4.2.5.3 Prácticas Administrativas y Financieras**

Un dato sobresaliente que se desprendió de la investigación es el hecho de que en la era de la informática, sólo un 35% de los productores reportó que utiliza computadoras y programación en sus empresas, contrastado con un 65% que no las utiliza. Aquellos que las utilizan mayormente las emplean en funciones, tales como: la búsqueda de información sobre aspectos relevantes de los cultivos y para calendarizar las tareas de la operación. Además, se observó que a medida que aumentó el nivel de educación del operador, aumentó la proporción de aquellos que utiliza la computadora. Aún así, la proporción de operadores que utiliza la computadora revelado por el estudio fue sustancial si lo comparamos a un 6% de la población general de agricultores que el censo identifica, utiliza medios computadorizados para sus operaciones.

Tabla 8. Distribución de las Principales Prácticas Administrativas y Financieras de los Productores

Distribución de las Principales Prácticas Administrativas y Financieras de los Productores		
Prácticas y Controles	Productores	
	Total	% de la Muestra
Seminarios y asistencia de expertos	19	83%
Prácticas de contabilidad y registro	17	74%
Monitoreo y análisis de costos	14	61%
Uso de computadoras y programación	8	35%
Periódicos y publicaciones de la industria	8	35%
Servicios de información computadorizados	8	35%
Proyecciones de producción y ventas	8	35%
Presupuestos mensuales y anuales	5	22%
Programa de recursos humanos	1	4%
Ninguna	2	9%

A lo largo de todo el proceso de recolección de datos para el estudio, se observó una gran cantidad de operaciones con poca o ninguna estructura en la organización de su información financiera. Esto se hizo evidente al momento de solicitar información de naturaleza financiera, correspondiente a los resultados de las operaciones. Un 74% de los productores entrevistados aseguró que utiliza algún tipo de práctica contable para el registro de sus actividades. Un 61% afirma haber analizado en algún momento la situación y los cambios en sus costos de producción. Por último, entre un 22% a 35% dice preparar proyecciones y presupuestos sobre sus posibles resultados para las áreas de ventas y gastos del periodo. Sin embargo, la experiencia relacionada con las actividades de control financiero sugiere problemas con la estructuración de los sistemas, ya que no documentan adecuadamente el registro diario de las transacciones y por ende dificultan la producción de informes operacionales.

Respecto a la utilización de fuentes de información para la toma de decisiones en las empresas, los productores reportaron lo siguiente; 19 productores para un 83% acostumbra participar de seminarios y asesoría brindados en su mayoría por agrónomos y consultores del Servicio de Extensión Agrícola. Un 35% adquiere periódicos, revistas y publicaciones dirigidos al área de producción hidropónica y alrededor de un 35% acostumbra acceder este tipo de información mediante servicios de información computadorizados en la Red.

## **4.2.6 Sistema de Producción**

Luego de elaborar un cuadro sobre el perfil de los productores y de las peculiaridades de las funciones administrativas para la operación, es necesario abundar sobre las características principales de los sistemas utilizados en la producción de cultivos.

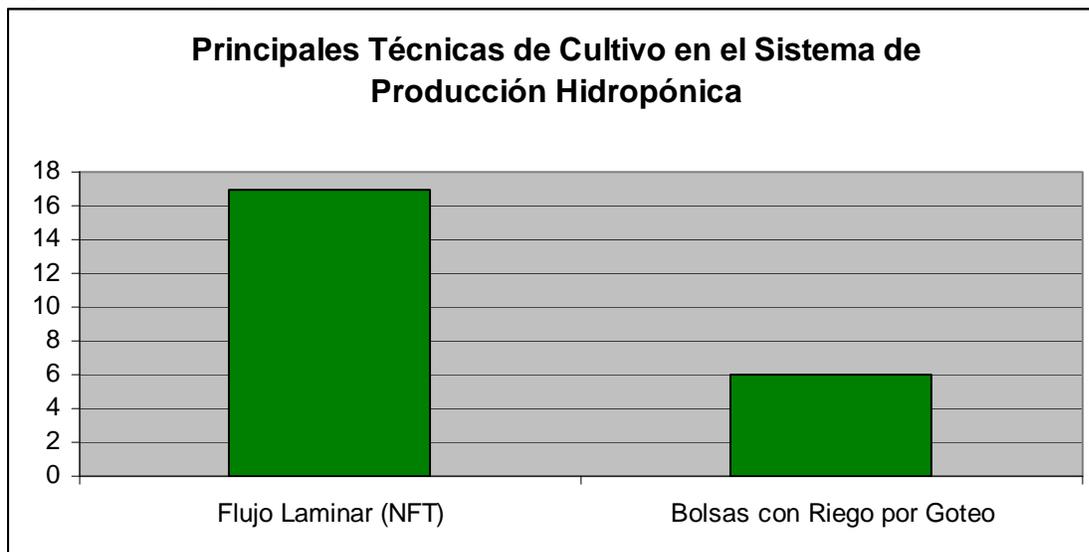
En esta sección se discuten los principales aspectos de la producción, que incluyen; las técnicas de cultivo, el tipo de infraestructura de producción, las prácticas de cultivo y los diferentes problemas asociados a los cultivos bajo este sistema de producción.

### **4.2.6.1 Técnicas de Cultivo**

Como sistema de producción de cultivos la hidroponía se practica en una variedad de técnicas que van desde el tradicional flujo laminar o membrana de nutrientes conocida como "*Nutrient Film Technique*" (NFT) en inglés, hasta los aeropónicos que son más comúnmente utilizados en países orientales como Korea, Israel y Singapur (Hassall, et al. 2001).

Como resultado de la investigación se identificó una relación directa para el tipo de cultivo producido y la técnica utilizada por el operador. El estudio reveló que todos aquellos operadores que producen lechuga y cilantrillo 17, utilizan NFT y todos aquellos que producen tomates 6, utilizan bolsas con riego por goteo. La Figura 9 representa en términos de la muestra de estudio, las técnicas de cultivo utilizadas en las operaciones.

Figura 9. Principales Técnicas de Cultivo en el Sistema de Producción Hidropónica



La técnica de flujo laminar o NFT es un sistema hidropónico cerrado que consiste en la circulación de la solución nutritiva para las plantas a través de unos canales (por lo regular tubería tipo PVC), en los cuales se encuentran colocadas las plantas cuyas raíces están en contacto directo y continuo con la solución recirculante. Esto es un sistema hidropónico cerrado debido a que la solución se mantiene fluyendo en canales que no se vierten su contenido hacia fuera. Por el contrario, la solución sale y regresa constantemente a la fuente de almacenamiento principal. En Puerto Rico esta es la principal técnica utilizada para la producción hidropónica y como muestran los resultados está asociada a la producción de cultivos cuyas partes comestibles son las hojas (Caraballo 2005).

Por el otro lado, tenemos la técnica de bolsas con riego por goteo la cual forma parte de un sistema hidropónico abierto. En esta técnica se utiliza un medio inerte sólido para brindar anclaje a las raíces de la planta, el cual estará contenido en los envases o recipientes seleccionados por el operador. Este es un sistema abierto debido a que la solución nutritiva suministrada a la planta, en este caso por un mecanismo de riego por goteo, no regresará o recirculará hacia la fuente de almacenamiento principal. Sino que por el contrario, el exceso de solución no utilizado por la planta quedará liberado hacia el exterior. Por las características particulares del cultivo del tomate en términos de su fisionomía y de la forma en que están dispuestos los frutos en la planta, resulta muy conveniente utilizar esta técnica para la producción de este cultivo. Esta técnica también es utilizada para la producción de otros cultivos cuyas partes comestibles son frutos, tales como: el ají dulce, el pimiento y el pepinillo.

#### **4.2.6.2 Tipo de Estructuras**

Uno de los atributos a los que se aspira en un sistema de producción hidropónica es el de brindar condiciones idóneas y más favorables en la producción de cultivos, en comparación a los que se desarrollan utilizando los métodos de producción convencional. Para ello es necesaria la incorporación de estructuras, dispositivos y otras tecnologías que permiten la implementación de dichas condiciones favorecidas.

El estudio reveló que un 70% (16) de los entrevistados posee estructuras para la producción hidropónica que se pueden catalogar como umbráculos simples y sólo el 30% (7) ha incorporado sistemas tecnificados que hacen la operación mucho más automatizada.

Según el ingeniero Roberto Chávez del Instituto Nacional de Valuación Agropecuaria y Forestal (INVAF AC) en México, si nos basamos en la clasificación de los umbráculos por nivel tecnológico, los simples son aquellos dotados de implementos

mecánicos que funcionan con motores y electricidad con la peculiaridad de que el operador interviene en una mayor medida para su control. El Puerto Rico la mayoría de las estructuras son de este tipo y por lo regular cuentan con bombas eléctricas y temporizadores “*timers*”, los cuales son ajustados y controlados manualmente por el operador.

Por el otro lado, las estructuras con sistemas tecnificados se distinguen por poseer implementos que operan automáticamente al estar asistidos por sensores y actuadores. Estos dispositivos registran información sobre los distintos factores y condiciones que afectan la siembra y envían dicha información a una unidad de procesamiento central (computadora) para que actúe y envíe respuestas al sistema de como manejar dichas condiciones. Este tipo de sistemas no es muy utilizado en Puerto Rico, la mayoría de los operadores entrevistados que posee este tipo de estructura fueron los productores de tomate. Sin embargo, éstos aseguran que a través de su experiencia en la operación hidropónica, han preferido incorporar las estructuras simples ya que los sistemas tecnificados además de ser costosos, no son tan prácticos para las condiciones prevalecientes en Puerto Rico.

Otro resultado importante del estudio fue que el 100% de las operaciones analizadas poseían umbráculos de arcos múltiples construidos en su mayoría en acero y aluminio. Estas estructuras tenían una cubierta superior plástica de polietileno y estaban forradas lateralmente con malla sombra. Ninguna de las operaciones analizadas poseía sistemas de producción hidropónica a cielo abierto.

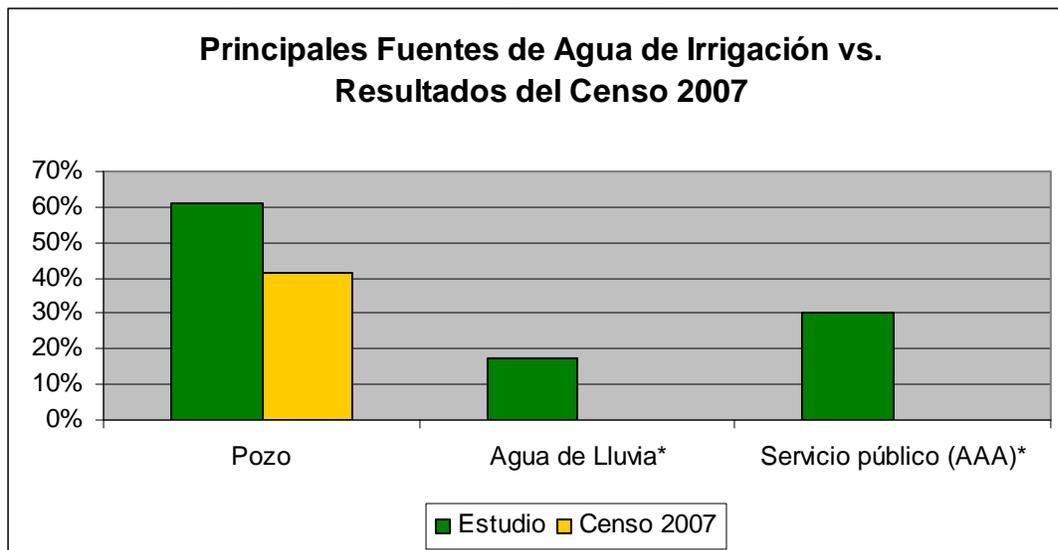
#### **4.2.6.3 Fuentes de Agua**

El abasto de agua es uno de los elementos más importantes para cualquier operación agrícola y más aún para un sistema de producción hidropónica, en el cual la

calidad y el rendimiento de la cosecha esta altamente supeditado a la disponibilidad de un abasto de agua inocuo y de buena calidad.

La Figura 10 presenta un desglose de las operaciones analizadas a base de las principales fuentes de agua de irrigación utilizadas. El mayor número de productores en hidropónicos, un 61% (14) posee instalaciones de pozos para abastecer sus sistemas. Un 30% representado por 7 productores, depende del servicio público brindado por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) y sólo 4 prefieren acumular agua de lluvia confiados en que es la de mayor calidad y no representa un costo fijo por concepto del pago por servicio mensual y mucho menos una elevada inversión la cual es necesaria para la instalación de un sistema de extracción de agua por pozo.

Figura 10. Principales Fuentes de Agua de Irrigación vs. Resultados del Censo 2007



\*El Censo no provee cifras explicitas para Almacenamiento de Agua de Lluvia y Servicio Público (AAA).

Según la información provista por el Censo, alrededor de un 41% de los operadores agrícolas en Puerto Rico para el año 2007 se servían de agua extraída por instalaciones de pozo para sus sistemas de producción agrícola.

#### 4.2.6.4 Prácticas Operacionales y Controles de Calidad

Otra de las particularidades de un sistema de producción hidropónica que lo diferencian del método de producción convencional, es la búsqueda de estándares de calidad en el producto para establecer ventajas competitivas a base de la diferenciación. Para lograr estas ventajas competitivas y producir un cultivo con las características deseadas, el productor se ha impuesto unas prácticas y controles para asegurar la calidad del proceso. La Tabla 9 menciona las principales prácticas y controles llevados a cabo dentro de un sistema de producción hidropónica.

Tabla 9. Distribución de las Principales Prácticas Operacionales y de Control de Calidad de los Productores

Distribución de las Principales Prácticas Operacionales y de Control de Calidad de los Productores		
Prácticas y Controles	Productores como:	
	Total	% de la Muestra
Itinerarios de siembra	21	91%
Medidas de asepsia y limpieza	19	83%
Programa de manejo integrado de plagas	18	78%
Área de empaque y uso de logos	9	39%
Tecnología para condiciones controladas	3	13%
Uso controlado de plaguicidas	2	9%
Programas para adiestrar al empleado	2	9%
Uso variedades resistentes	1	4%
Mejorar apariencia producto (uso de hormonas)	1	4%

A base de los resultados obtenidos en el estudio se identificaron 3 prácticas generalmente aplicadas por todos los productores en hidroponía, estas son: Itinerarios

de siembra, Medidas de asepsia y limpieza y Programas de manejo integrado de plagas. El itinerario de siembra como en cualquier otro sistema de producción es de vital importancia, en el caso de la producción de la lechuga y el cilantrillo esto significa que el productor solapa sus siembras por intervalos de tiempo definidos y no siembra todas sus mesas o bancos en un sólo momento en el tiempo. Esto hace más eficiente el proceso de mercadeo y no sobresatura la oferta de productos.

En el caso de la producción de tomate esta programación de siembras ocurre a nivel macro, es decir de productor a productor. En este cultivo es importante que no todo el producto este disponible para el mismo tiempo en el mercado, es por eso que muchos productores solapan sus siembras a nivel de finca y evitan la sobresaturación y competencia por la venta del mismo.

La segunda práctica generalmente aplicada son las medidas de asepsia y limpieza. Los hidroponistas hacen mucho hincapié en el mantenimiento de sus sistemas descontaminados y limpios con el fin de prevenir las enfermedades y el deterioro de los cultivos. Algunas de las medidas específicas que se llevan a cabo en la producción incluyen; la desinfección y limpieza luego de cada siembra de todo el sistema NFT y los tanques con soluciones de hipoclorito, el lavarse las manos y limpiarse los zapatos cada vez que se ingresa a los umbráculos, la utilización de guantes para el empaque de los productos y el uso en la mayoría de los casos, de semillas certificadas para la producción. En el caso del tomate, por tratarse de una modalidad de técnica distinta, los productores luego de cada 2 o 3 siembras acostumbran cambiar todo el medio de producción que incluye las bolsas, la gravilla, la perlita, etc., para ser desinfectados y lavados o simplemente para sustituirlos por unos nuevos.

Aunque los sistemas de producción hidropónica poseen características que ayudan a minimizar el ataque de plagas y enfermedades, estos no son una panacea para la erradicación de todos los problemas de este tipo. Es por eso que los

productores deben aplicar medidas de manejo integrado con el fin de controlar sus efectos dañinos. En las secciones venideras se abundará sobre los principales problemas asociados a los cultivos y las soluciones aplicadas para resolver los mismos.

Otras prácticas y controles implementados por algunos productores incluyen; la incorporación de áreas de empaque y el uso de logos en sus envolturas 39%, la inversión en equipo (p.e. refrigeradores y generadores de agua fría “chillers”) para promover condiciones controladas 13%, uso limitado de productos inorgánicos para el control de plagas 9%, el uso de variedades resistentes a plagas y enfermedades 4% y la utilización de algunos productos a base de hormonas para mejorar la apariencia de sus cosechas 4%.

#### **4.2.7 Cultivos**

Mediante la investigación se analizó una muestra de operaciones en hidropónicos para tres hortalizas de importancia económica; el Tomate de Ensalada, la Lechuga del País y el Cilantrillo. En las siguientes secciones se presentan los principales atributos de estos cultivos y los hallazgos relacionados a la producción de cosechas bajo este sistema.

##### **4.2.7.1 Tomate**

Se considera que el cultivo del tomate (*Solanum esculentum*) es oriundo de la zona del Ecuador y Perú, aunque fue domesticado en la zona de México. A finales del siglo XVII fue que se introdujo a los Estados Unidos.

El tomate es una planta herbácea cultivada como anual, de crecimiento rastrero y perteneciente a la familia de las Solanáceas. Puede alcanzar una altura de hasta 7 pies o más. Tiene una flor perfecta, de color amarillo y el fruto es una baya carnosa, de forma globosa con superficie lisa.

Las variedades determinadas son las más utilizadas por los productores en sistemas hidropónicos en Puerto Rico. Ejemplos de estas variedades son ***Tyranus*** y ***Pik-Ripe***. Estas variedades producen por 3 ó 4 meses y se obtienen muy buenos resultados. A diferencia de las variedades determinadas, las variedades indeterminadas como ***Match F1***, ***Jerónimo*** y ***Matriz*** se mantienen produciendo por 6 a 7 meses lo que las hace más viable en cuanto a producción. Sin embargo, son más susceptibles al ataque de ciertas enfermedades.

#### 4.2.7.1.1 Prácticas de Cultivo

Un 100% de los productores de tomate entrevistados 6, utiliza medios tradicionales para la germinación de la semilla, los cuales incluyen el uso de materiales inertes, tales como: perlita, vermiculita, gravilla, lana de roca "*Rockwool*", cáscara de arroz o coco y musgo, entre otros. La semilla tarda alrededor de 6 a 8 días en germinar, con mejores resultados a una temperatura de 25°-26°C. El trasplante lo realizan dentro de los 14 a 20 días luego de la germinación, esto cuando la planta ya posee un sistema radicular fuerte. Esto se debe realizar de la forma correcta con el fin de evitar un estrés excesivo para las plántulas en desarrollo (Resh 2001).

Mediante un sistema hidropónico abierto que utiliza riego por goteo, se aplica la solución nutritiva que consta de; Nitrógeno, Fósforo y Potasio (NPK) 4-18-38 + elementos menores, Calcio en forma de Nitrato de Calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  y Sulfato de Magnesio  $\text{MgSO}_4$ . La mayoría de los productores suelen añadir Fósforo adicional para

promover un desarrollo más vigoroso del sistema radicular y Calcio para evitar los desordenes asociados a las deficiencias de este mineral.

Todos los productores de tomate tienen que darle soporte a la plantas para el mejor desarrollo y rendimiento del cultivo. Para esto se utilizan unos cables que van tensados desde las vigas inferiores del umbráculo a una altura de mas o menos 7 a 10 pies hasta cada planta. Estos cables van conectados a unos ganchos de plástico los cuales se utilizan para darle soporte al tallo principal rodeando el mismo y manteniéndolo derecho por el efecto de la tensión. Estos ganchos también se utilizan en el área de los racimos para evitar que el peso del fruto rompa las ramas. En cuanto a la distancia necesaria que se debe guardar entre plantas y entre hileras de plantas, las investigaciones sugieren mejores rendimientos y resultados colocando una planta por cada 4 pies cuadrados, de modo que cada una guarde 2 pies lineales entre si. En el caso de las hileras se guarda un pie adicional entre cada una, para un total de 3 pies lineales.

Cuando las plantas se encuentran en su estado receptivo los operadores llevan a cabo alguna práctica de polinización. Esto lo pueden realizar de distintas formas; mecánicamente se aplica una vibración para estimular que se desprenda el polen, esto lo realizan con un palito o con una herramienta parecida a un cepillo de dientes eléctrico. También el viento puede ser utilizado para polinizar, pero en invernaderos no es muy efectivo. Otra manera de realizar la polinización es con el uso de colmenas de abejas, método no utilizado por los productores del estudio. La totalidad de los productores entrevistados para el estudio indicó que utiliza el método de vibración. Sin embargo, investigaciones han demostrado que el método de vibración para polinizar reduce la producción del cultivo en mas de un 8% (Resh 2001).

Por último, otra práctica básica que le ayuda a los productores a salvaguardar unos mejores resultados, es la poda y la limpieza de la planta a través de su ciclo productivo. Existen dos prácticas muy sencillas en cuanto a la poda en la producción del tomate. La primera es lo que se llama deschuponar ó eliminación de chupones. Los

chupones son pequeños brotes que crecen entre el tallo principal y el peciolo de las hojas y absorben nutrientes que la planta puede dirigir a otros órganos y tejidos del sistema. La segunda práctica consta de eliminar las hojas viejas de la parte basal de la planta. Luego que se recoge la primera cosecha estas hojas viejas se tornan cloróticas y luego mueren. Estas se deben eliminar cuando se coseche por segunda vez debido a que esto ayuda a mejorar la aireación en la base de la planta y permite disminuir la humedad.

#### **4.2.7.1.2 Cosecha y Rendimiento**

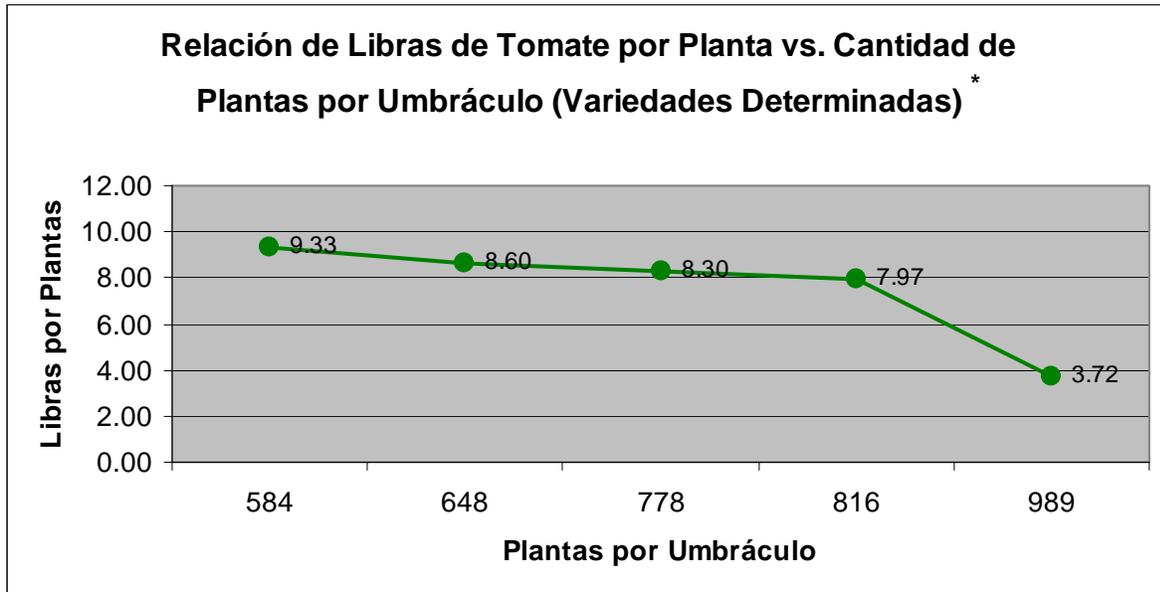
El tomate es un cultivo con un ciclo vegetativo de aproximadamente 120 días después del trasplante y un periodo de siembra de todo el año, con mejores resultados en las estaciones de temperatura fresca principalmente en los meses de octubre a enero.

Un 100% de los productores de tomate entrevistados, cultivan variedades determinadas como "*Tyranus*" y "*Pik-Ripe*". La experiencia de estos productores es que para estas variedades el primer pase de tomates se cosecha entre los 85 a 100 días luego del transplante. Estos se cosechan cuando están pintones y firmes y se recogen en canastas de 20 libras. Más adelante el producto se clasifica en las categorías de grandes, medianos y pequeños y dentro de estas categorías por su estado de maduración, como; verdes, pintones y maduros.

La literatura indica que las variedades de tomates "*Tyranus*" y "*Pik-Ripe*" pueden producir entre 15 a 20 libras por planta bajo las condiciones prescritas y más adecuadas para el cultivo de la planta (Resh 2001). Sin embargo, los hallazgos de esta investigación sugirieron que para estas variedades determinadas producidas en Puerto Rico, ninguna operación logró generar más de 9.33 libras por planta. Esto equivale a tan sólo un 50% del valor máximo esperado para estas variedades de tomate.

Otro hallazgo interesante fue, que a medida que aumentó la cantidad de plantas producidas por unidad de espacio, la producción total por planta se redujo hasta por debajo de las 5 libras. La Figura 11 presenta gráficamente la relación inversa existente entre la cantidad de plantas por umbráculo y las libras de tomate producidas por planta.

Figura 11. Relación de Libras de Tomate por Planta vs. Cantidad de Plantas por Umbráculo



\*Esta relación está ajustada y contemplada para un umbráculo de 100'x 35'.

#### 4.2.7.2 Lechuga

La lechuga (*Lactuca sativa*) es originaria de Asia, probablemente de Asia menor. La lechuga tipo cabeza empezó a aparecer hacia el año 1500 de nuestra era y procede de la especie silvestre *Lactuca scariola* clasificada como maleza. Esta hortaliza se cultiva en casi todo el mundo con mejores resultados en climas fríos y templados como planta medicinal y como vegetal verde.

La lechuga es una planta herbácea anual, con hojas lisas, sin pecíolos, arrosetadas, ovaladas y gruesas con extremos que pueden ser redondos o rizados. Su color va del verde amarillo hasta el morado claro dependiendo del tipo y el cultivar. El tallo es pequeño y no se ramifica salvo que existan periodos en que prevalezcan condiciones de altas temperaturas, mayores de 26°C y días largos con más de 12 horas de luz. En lo que respecta a la inflorescencia, ésta se constituye de grupos de 15 a 25 flores, las cuales están ramificadas y son de color amarillo.

Los productores en hidropónicos de Puerto Rico cultivan variedades que están mucho mejor adaptadas a las condiciones de clima tropical prevalecientes en la isla. Entre las variedades más utilizadas, se destacan: ***Tropicana*** y ***Black Seeded Simpson***. Esta última es una de las variedades más antiguas conocida comúnmente como “Lechuga del País”, por su parte la *Tropicana* es una de las variedades que mejor tolera el calor. La experiencia y los resultados para los productores han sido positivos con ambas.

#### 4.2.7.2.1 Prácticas de Cultivo

Todos los productores de lechuga que participaron en el estudio germinan las semillas en espuma de poliuretano (higrodón), con un alto porcentaje de germinación. Para lograr una mayor efectividad en el proceso los productores se aseguran de obtener semilla certificada y tratada que la hace menos vulnerable al efecto de patógenos y enfermedades. Sin embargo, concientes de que las semillas de lechuga tienen normalmente una viabilidad muy baja, muchos acostumbran hacer un ensayo de germinación con una muestra de semillas antes de intentar germinarlas en gran cantidad.

Aunque la mayoría de los productores coincide en que no es conveniente almacenar semillas por un largo periodo de tiempo (más de 3 meses), se asegura que

almacenar las semillas en la nevera (2°C a 5°C) puede prolongar su viabilidad hasta por 6 meses (Resh 2001).

Las semillas de lechuga comienzan a germinar dentro de 5 a 7 días preferiblemente a temperaturas frescas, con un nivel óptimo en el rango de 16°C a 22°C. Una vez la planta ha desarrollado 2 o 3 hojas, luego de 2 a 3 semanas se procede a realizar el trasplante al sistema recirculante o de flujo laminar (NFT). En cuanto a la intensidad de luz, estas plantas exigen mucha luz, pues se ha comprobado que la escasez de esta provoca que las hojas sean alargadas y delgadas (Alvarado, et. al. 2001). Es importante señalar que para lograr la cantidad y la calidad de luz adecuada en el sistema debe estar diseñado para que se guarde una distancia aproximada de 6" a 8" (pulgadas) entre plantas y de 8" (pulgadas) entre hileras (Caraballo 2005).

La nutrición mineral en la producción de lechuga está fundamentada en los siguientes componentes; Nitrógeno, Fósforo y Potasio (NPK) 8-14-38 ó 11-11-40 + elementos menores, Calcio en forma de Nitrato de Calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  y Sulfato de Magnesio  $\text{MgSO}_4$ . Aunque la formulación 11-11-40 va dirigida para la producción del cilantrillo, muchos productores han obtenido muy buenos resultados con su uso en el cultivo de la lechuga.

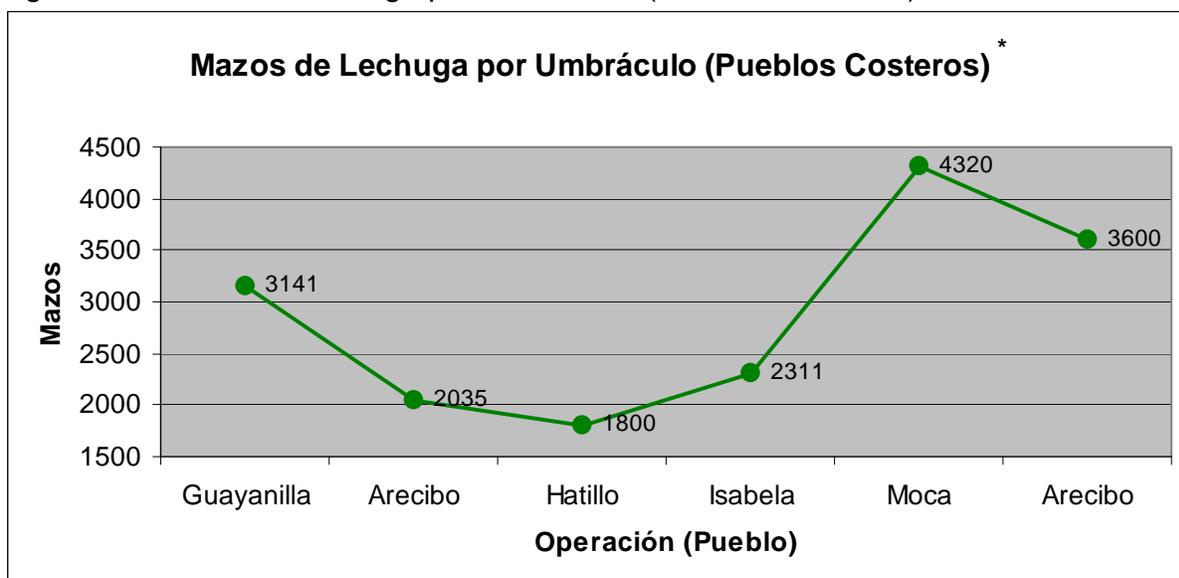
#### **4.2.7.2.2 Cosecha y Rendimiento**

La lechuga es un cultivo con un ciclo vegetativo que generalmente toma entre 30 y 45 días después del trasplante y un periodo de siembra de todo el año, aunque claramente puede ser reducido a 25 días si existen las condiciones de luz y nutrientes adecuadas.

También hay que tener en cuenta que la planta pasa rápidamente a su fase de floración por encima de los 23°C, lo cual hace la planta amarga al gusto y prácticamente no apta para el consumo. Como una práctica de conservación y preservación del producto todos los operadores coinciden en que la cosecha en las primeras horas de la mañana, mantiene el producto más fresco y evita la pérdida de agua por transpiración.

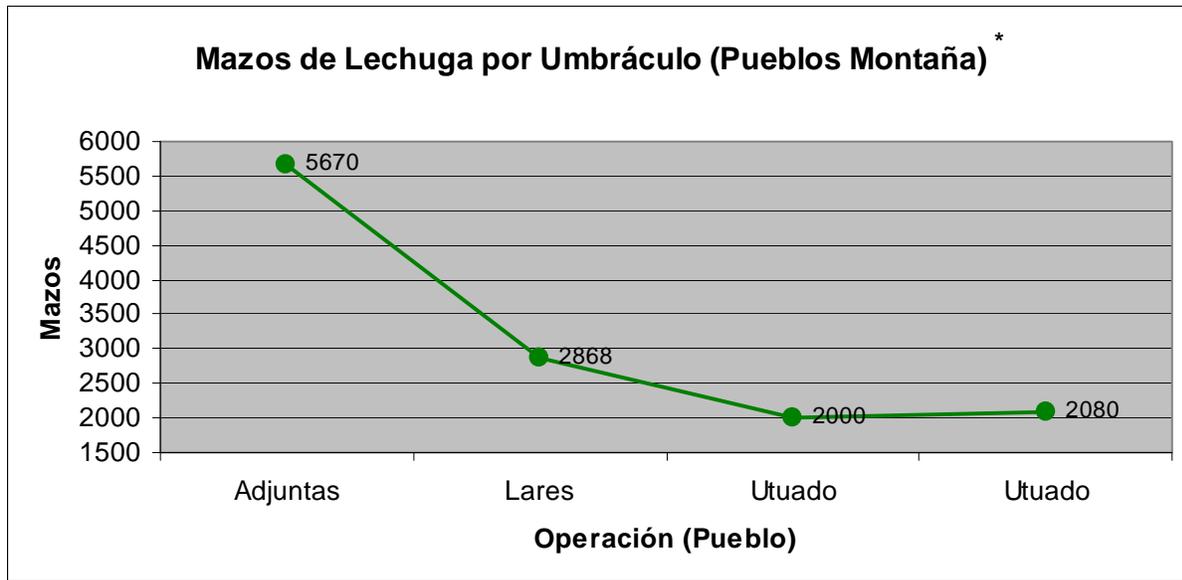
La lechuga es una hortaliza que es muy sensible a las altas temperaturas. Cuando se analizaron los resultados correspondientes al rendimiento total por umbráculo en una siembra, se considero como un factor limitante para la producción total por ciclo, la ubicación física de la operación en pueblos costeros y en pueblos de la montaña. Fue interesante observar que la ubicación física de la operación (influenciada por diversos rangos de temperatura según la cercanía a la costa y por la altitud en la zona montañosa), no fue un factor determinante para el rendimiento total de mazos de lechuga. Las Figuras 12 y 13 presentan los rendimientos de mazos de lechuga por siembra para operaciones localizadas en pueblos de la costa y de la montaña.

Figura 12. Mazos de Lechuga por Umbráculo (Pueblos Costeros)



\*Esta relación está ajustada y contemplada para un umbráculo de 100'x 35'.

Figura 13. Mazos de Lechuga por Umbráculo (Pueblos Montaña)



\*Esta relación está ajustada y contemplada para un umbráculo de 100'x 35'.

Aunque en general se espera que el cultivo de esta hortaliza en forma hidropónica produzca un mayor rendimiento en la zona montañosa, hubo casos de operaciones en la zona costera como: Guayanilla, Moca y Arecibo que reportaron resultados de producción sobre el promedio. Aquellos productores con bajos rendimientos en el cultivo, se ven obligados a envolver hasta 3 plantas por empaque, mientras que aquellos con una producción aceptable lo logra con 1 o 2 plantas.

#### 4.2.7.3 Cilantro

El Cilantro (*Coriandrum sativum*) es una planta anual pequeña que se cultiva en jardines y patios de las casas. Sus orígenes parecen inciertos, aunque generalmente se lo considera nativo para la India y el sur de Europa. Esta especie despide un olor aromático debido al aceite esencial que contiene de sabor agradable y olor característico. Esta planta es muy apreciada como especia y por sus virtudes en la medicina popular (Núñez 1989).

El cilantrillo es una hierba anual de la familia de las apiáceas, poseen tallos rectos que pueden alcanzar hasta 30 cm de altura, hojas compuestas de un verde vivo en forma de abanicos las cuales se vuelven más plumosas conforme ascienden en la planta. Las flores, que salen en verano, son pequeñas y blancas y se agrupan en umbelas. Los frutos son pequeños, esféricos y aromáticos. Todas las partes de la planta son comestibles, pero generalmente se usan las hojas frescas y las semillas secas.

Algunas de las variedades comerciales más utilizadas en la hidroponía son; ***Híbrido Oregón*** , ***Moroccan*** y ***Santo***.

#### **4.2.7.3.1 Prácticas de Cultivo**

Luego de analizar 14 operaciones de cilantrillo en hidropónicos se identificó que todos los productores de cilantrillo igual a los de lechuga, germinan las semillas en espuma de poliuretano (higrodón), con una alta tasa de éxito. El procedimiento consiste en colocar de 8 a 12 semillas en un cubo de espuma de 1 (pulgada cúbica) prehumedecido. Para lograr una mayor efectividad en el proceso de germinación más de un 50% de los operadores se asegura de romper el tegumento de la semilla en un molino, esto permite acelerar y facilitar el acceso del agua al embrión. La experiencia con este tratamiento ha resultado en reducir el periodo de germinación de la semilla de 21 días a aproximadamente 8 o 10 días, entre el 40% y el 50% del tiempo normal de germinación.

El transplante de plántulas se realiza de 10 a 12 días luego de la germinación donde son colocadas en el sistema de flujo laminar (NFT). El cilantrillo se da bien en climas templados y es bastante resistente al frío. Además requiere una buena cantidad y calidad de luz para su desarrollo adecuado.

La nutrición mineral para el cilantrillo se basa en una formulación con una alta concentración de potasio, compuesta de 11% Nitrógeno, 11% Fósforo y 40% potasio más elementos menores. En adición, la solución nutritiva incluye Calcio en forma de Nitrato de Calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  y Sulfato de Magnesio  $\text{MgSO}_4$ . Es importante señalar que a diferencia de otras hortalizas, el cilantrillo no debe ser desarrollado con un régimen de alto contenido en Nitrógeno.

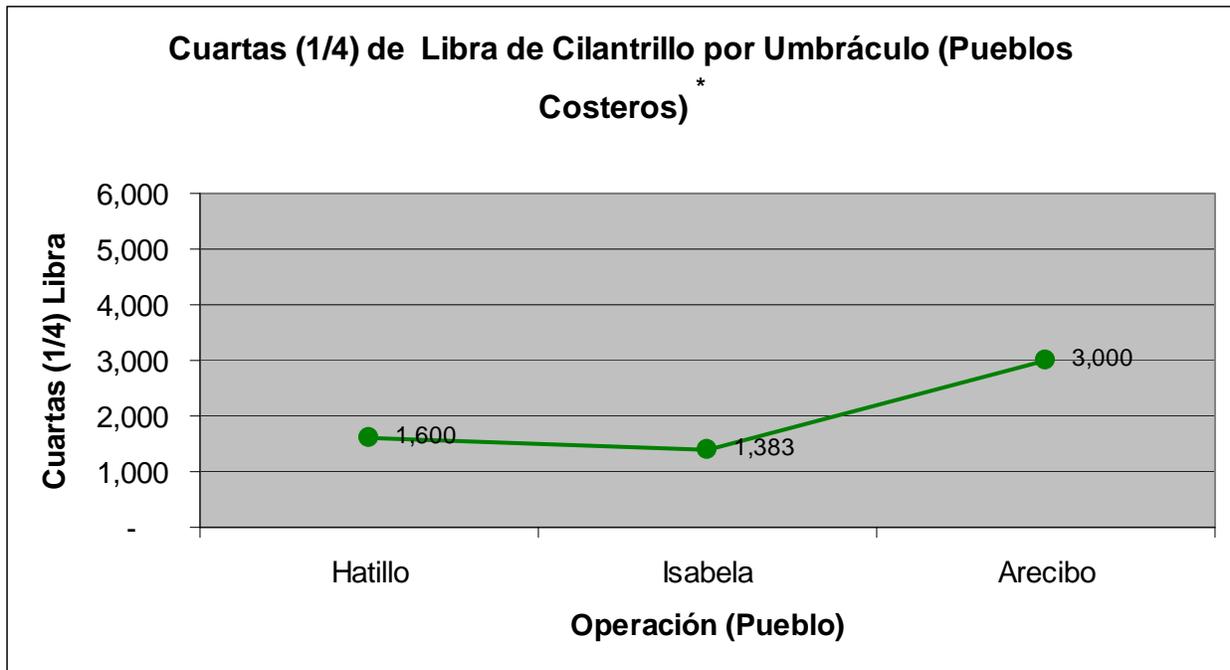
#### **4.2.7.3.2 Cosecha y Rendimiento**

El cilantrillo es un cultivo con un ciclo vegetativo de 30 días después del trasplante y un periodo de siembra de todo el año. Los operadores acostumbran recoger el producto cuando ya ha alcanzado entre 8" y 10" (pulgadas) para ser empacado en unidades de  $\frac{1}{4}$  (cuartas) de libra y 1 libra. De igual forma que en la lechuga, los productores de cilantrillo cosechan el producto en las primeras horas de la mañana por considerarlo más conveniente y adecuado para mantener su frescura.

Al evaluar la producción total por siembra se identificó una relación muy importante tomando en consideración las operaciones ubicadas en pueblos costeros y aquellas localizadas en pueblos de la montaña.

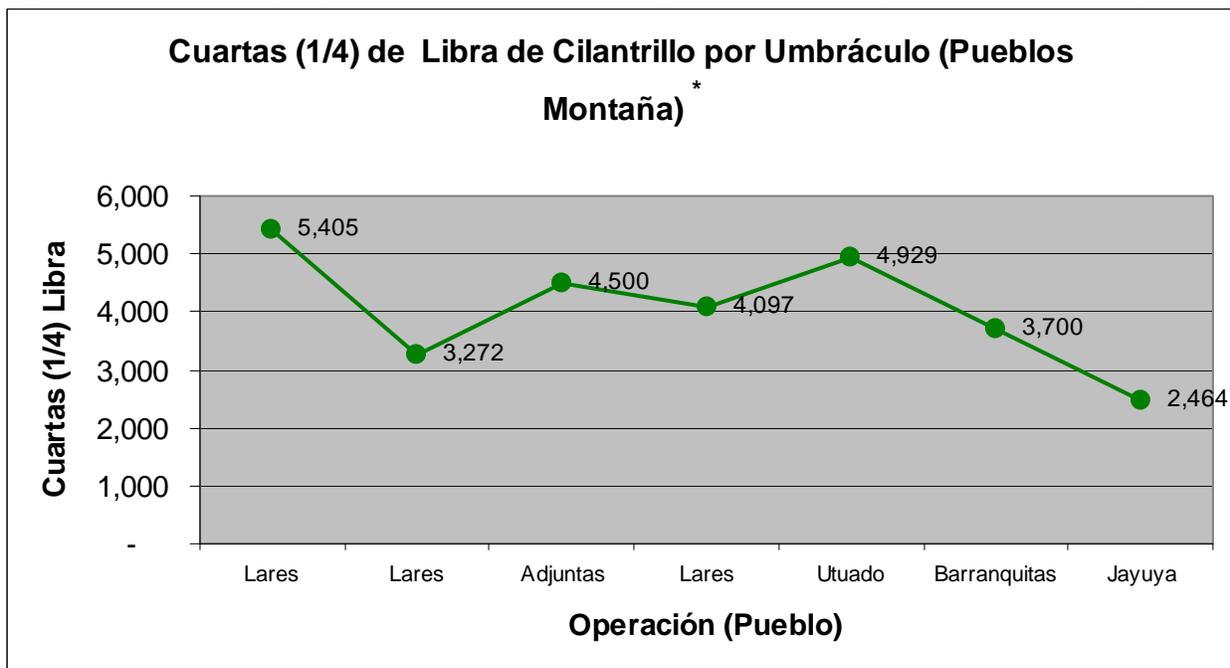
Para operaciones de producción de cilantrillo ubicadas en pueblos de la costa la producción promedio por siembra fue de 1,994 cuartas de libra por siembra, mientras que para las operaciones ubicadas en los pueblos de la montaña fue de 4,052 unidades por siembra, lo que representa en promedio más del doble del rendimiento obtenido en los pueblos cercanos a la costa. Las Figuras 14 y 15 ilustran los rendimientos de cilantrillo en hidropónicos para operaciones ubicadas en pueblos cercanos a la costa y en pueblos de la montaña.

Figura 14. Cuartas (1/4) de Libra de Cilantrillo por Umbráculo (Pueblos Costeros)



\*Esta relación está ajustada y contemplada para un umbráculo de 100'x 35'.

Figura 15. Cuartas (1/4) de Libra de Cilantrillo por Umbráculo (Pueblos Montaña)



\*Esta relación está ajustada y contemplada para un umbráculo de 100'x 35'.

## **4.2.8 Enfermedades y Desórdenes de los Cultivos**

En general se puede decir que los cultivos hidropónicos están libres de problemas asociados a patógenos del suelo, distinto a lo que ocurre en la producción convencional de cultivos. Esta es una ventaja importante, si se considera el evitar el uso de desinfectantes de suelo como por ejemplo el Bromuro de Metilo (Sandoval 2004).

Junto a las patologías causadas por agentes bióticos, también existen enfermedades causadas por agentes abióticos, a las que se les denomina fisiopatías o desórdenes. Estas en un cultivo hidropónico o sin suelo se pueden deber a; fitotoxicidad por la aplicación inadecuada de productos químicos, excesos de humedad, alta concentración de sales, deficiencias nutricionales, estrés por temperaturas inadecuadas y acidez o alcalinidad del medio entre otros.

En las próximas secciones revelamos los principales problemas identificados en las operaciones de tomate, lechuga y cilantrillo en hidropónicos y algunas de las medidas utilizadas para su control.

### **4.2.8.1 Problemas Asociados al Cultivo del Tomate**

Por su fisiología como planta, por el periodo en que completa su ciclo productivo, por los requisitos específicos para su cultivo y por la cantidad de insectos y patógenos que coinciden en su desarrollo, el tomate es posiblemente uno de los cultivos hortícolas más susceptible a problemas durante su desarrollo (Sandoval 2004).

Los daños más importantes ocasionados a este cultivo, son ocasionados por hongos fitopatógenos de los géneros *Erysiphe* y *Alternaria* con un 83% y un 33% de los productores, afectados por la incidencia de estos hongos. La mayoría de estos

operadores indican haber podido controlar estos problemas con productos eco racionales como; *Neem Oil 70%*, *Trilogy* e *Insecticide Soap*. Un producto de naturaleza inorgánica, efectivo para el control de estos y otros hongos en el tomate es el *Sulfato de Cobre*, comúnmente utilizado para el control del “añublo polvoriento”.

El otro grupo importante de antagonistas para el tomate, son insectos plaga mayormente del género *Bemisia spp.* “Mosca Blanca” y en un menor grado áfidos y trípidos. En un principio un 83% de los operadores confrontó serios problemas con la Mosca Blanca en su producción. El verdadero problema que presenta esta plaga es que además de ingerir la savia de la planta y ocasionar una reducción en su rendimiento, es un vector para la transmisión de geminivirus y clostovirus (Cabrera 2007). Para combatir y controlar la incidencia de esta plaga y de los demás insectos parásitos se utilizan productos comerciales, tales como; *Venom*, *Actara*, *Sor Trigger* y *Ditani*.

La Tabla 10 hace un desglose de los principales problemas asociados al cultivo del tomate en hidropónicos, basado en desórdenes causados por factores abióticos y patologías causadas por agentes bióticos.

Tabla 10. Problemas Asociados con la Producción del Tomate

<b>Problemas Asociados con la Producción del Tomate</b>		
	Productores	
	Total	% de Productores
<b><u>Fisiopatías</u></b>		
Abortos Florales (altas temperaturas)	1	17%
<b><u>Insectos (plaga)</u></b>		
<i>Bemisia</i> spp. "Mosca Blanca"	5	83%
Áfidos y Trípidos	2	33%
<b><u>Hongos</u></b>		
<i>Erysiphe cichoracearum</i> "Añublo Polvoriento"	5	83%
<i>Alternaria</i> spp. "Tizón foliar"	2	33%
<i>Fusarium</i> spp.	1	17%
<b><u>Bacterias</u></b>		
<i>Erwinia carotovora</i> "Putridión blanda bacteriana"	2	33%
<i>Pseudomonas syringae</i> "Peca Bacteriana"	1	17%
<b><u>Virus</u></b>		
ToMV "Virus del Mosaico"	1	17%

\*Los productores de tomates entrevistados fueron 6. Los totales corresponden a la cantidad de productores de este cultivo que confrontan o han confrontado este problema.

Otros problemas de menor impacto asociados a hongos, bacterias y virus en la producción de tomate en hidropónicos, incluyeron; problemas de "putridión de la raíz" ocasionados por *Fusarium* sp., "putridión blanda y peca bacteriana" ocasionadas por *Erwinia carotovora* y *Pseudomonas syringae* respectivamente y el "Virus del Mosaico del Tomate".

Como una medida de control cultural, los operadores llevan a cabo medidas de asepsia rigurosas tanto del sistema de riego como de las facilidades físicas en general y por lo menos cambian y desinfectan el medio de cultivo por cada 2 ciclos de siembra.

#### 4.2.8.2 Problemas Asociados al Cultivo de Lechuga

La lechuga es un cultivo con un ciclo de producción corto. Además, incluye requisitos para su producción que resultan relativamente simples. Sin embargo, existen muchas enfermedades que afectan y causan severos daños al desarrollo normal del cultivo (Blancard, et. al. 2005).

Como parte del estudio se analizaron los factores bióticos y abióticos que más afectan el ciclo normal en la producción de lechuga en hidropónicos. Como resultado se encontró que especies de hongos de los géneros *Phytophthora* y *Phythium*, las cuales se encuentran mayormente en el suelo, fueron los mayores causantes de pérdidas en cosechas para un 69% de los productores.

La incidencia de este tipo de patógenos se debe principalmente a medidas sanitarias pobres durante la germinación de la semilla y condiciones caracterizadas por; excesos de humedad en el medio de crecimiento, aireación pobre y una alta densidad de plántulas. Las medidas de manejo para este tipo de problemas incluyen la aplicación de controles culturales en la limpieza y desinfección de las herramientas, de los sistemas NFT luego de cada siembra, además de asegurar que se utiliza una fuente de agua inocua y no contaminada (Almodóvar 1998).

El segundo factor de mayor incidencia por sus efectos negativos para las operaciones de lechuga son los insectos plaga, que incluyen; el Gusano Soldado en un 38%, los áfidos y trípidos en 31% y la Mosca Blanca en un 23%. Como medida de control para este problema, los productores hacen aplicaciones regulares y preventivas de productos, tales como; *Neem Oil 70%*, *Insecticide Soap*, *Organizide*, *Dipel*, *Naturalite*, *Cuadrix*, *Ridomil*, *Piretrine* y *Fulfill*, entre otros. Además, estos llevan a cabo un monitoreo periódico de los cultivos y mantienen los alrededores de los umbráculos limpios y libres de malezas que puedan servir de hospederos alternos para dichas plagas.

La lechuga es un cultivo sensible a temperaturas en el orden mayor a los 23°C, por ende un régimen consistente de altas temperaturas puede afectar el crecimiento de las plantas. Alrededor de un 23% de los productores entrevistados enfrentó problemas con un pobre crecimiento de sus cultivos, en su mayoría operaciones ubicadas en pueblos cercanos a la costa.

La Tabla 11 hace un recuento de los principales factores bióticos y abióticos asociados con problemas en la producción de lechuga en hidropónicos.

Tabla 11. Problemas Asociados con la Producción de la Lechuga

<b>Problemas Asociados con la Producción de la Lechuga</b>		
	Productores	
	Total	% de Productores
<b><u>Fisiopatías</u></b>		
Pobre crecimiento (altas temperaturas)	3	23%
<b><u>Insectos (plaga)</u></b>		
<i>Spodoptera exigua</i> "Gusano Soldado"	5	38%
Afidos y Trípidos	4	31%
<i>Bemisia spp.</i> "Mosca Blanca"	3	23%
<b><u>Hongos</u></b>		
Phytophthora spp.	9	69%
Phythium spp.	9	69%
<i>Erysiphe cichoracearum</i> "Añublo Polvoriento"	2	15%
Fusarium spp.	1	8%

\*Los productores de lechuga entrevistados fueron 13. Los totales corresponden a la cantidad de productores de este cultivo que confrontan o han confrontado este problema.

### 4.2.8.3 Problemas Asociados al Cultivo del Cilantrillo

La producción de cilantrillo puede verse afectada por enfermedades que afectan el crecimiento y la calidad del cultivo. Las enfermedades que se observan con mayor frecuencia son causadas por hongos, ya sea afectando el follaje o las raíces (Almodóvar 1999).

Aunque el cilantrillo y la lechuga son cultivos que no pertenecen a la misma familia de plantas, comparten muchas similitudes en cuanto a sus ciclos de producción, sus condiciones óptimas para el desarrollo y muchos de los insectos y patógenos que afectan sus desarrollos.

La mayor parte de los productores de cilantrillo, aproximadamente un 62% confronta o ha confrontado problemas con hongos del género *Phytophthora* y *Phythium*, los cuales afectan principalmente las semillas y el sistema radicular de las plántulas impidiendo su desarrollo.

Al igual que en la lechuga, el cilantrillo es vulnerable al ataque de insectos como: los áfidos y los trípidos, el Gusano Soldado y la Mosca Blanca. Sin embargo, a través del estudio se identificó un insecto conocido como *Fungus gnat* que tiene un alto potencial para causar daños sobre este cultivo. Este insecto en su etapa larval se hospeda en las raíces de las plántulas de cilantrillo, de las cuales se alimenta hasta causar su muerte.

Un 23% de los entrevistados reconoció haber tenido problemas con esta mosca de las familias de las Sciaroideas y sus larvas. Como medidas de control los operadores mantienen los niveles de humedad moderados, forran los semilleros con mosquiteros para evitar la entrada de las moscas y hacen aplicaciones regulares y preventivas de productos, tales como: *Neem Oil 70%*, *Dipel*, *Gnatrol*, *Permetrol* y *BamRoot* con resultados satisfactorios.

En términos de las fisiopatías asociadas con este cultivo, se identificó que un 38% de los productores de cilantrillo experimentó problemas de un pobre crecimiento en sus cultivos, desorden principalmente causado por periodos prolongados de altas temperaturas.

Tabla 12. Problemas Asociados con la Producción del Cilantrillo

<b>Problemas Asociados con la Producción del Cilantrillo</b>		
	Productores	
	Total	% de Productores
<b><u>Fisiopatías</u></b>		
Pobre crecimiento (altas temperaturas)	5	38%
<b><u>Insectos (plaga)</u></b>		
Áfidos y Trípidos	5	38%
<i>Spodoptera exigua</i> "Gusano Soldado"	4	31%
Fungus gnat	3	23%
<i>Bemisia tabaci</i> "Mosca Blanca"	1	8%
<b><u>Hongos</u></b>		
Phytophthora spp.	8	62%
Phythium spp.	8	62%
Fusarium spp.	2	15%
<i>Erysiphe cichoracearum</i> "Añublo Polvoriento"	1	8%

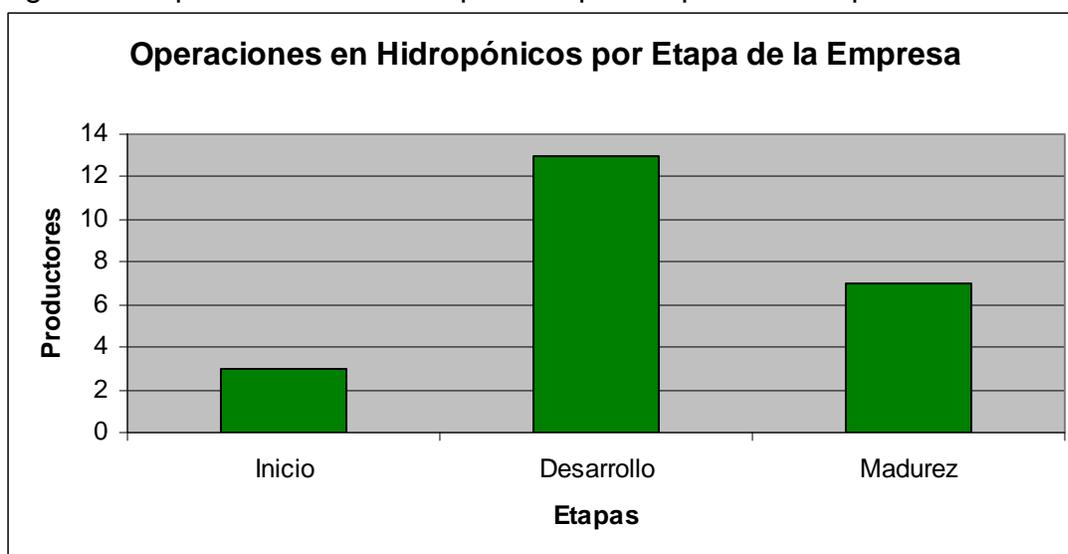
\*Los productores de cilantrillo entrevistados fueron 14. Los totales corresponden a la cantidad de productores de este cultivo que confrontan o han confrontado este problema.

#### 4.2.9 Planificación Estratégica

La planificación estratégica establece las pautas y los cursos de acción a tomar por una empresa, basado en sus metas y objetivos en el mediano y largo plazo (David 2001).

Como un aspecto cualitativo de las operaciones, se analizó de forma individual la etapa en que se encontraba cada proyecto, utilizando criterios tales como: años de operación en la empresa, tiempo de experiencia en la agricultura, edad del operador principal, motivaciones para iniciar el negocio y planes hacia el futuro para la empresa. Luego de evaluar estos criterios e identificar las metas y los objetivos de los operadores, se obtuvieron los siguientes resultados;

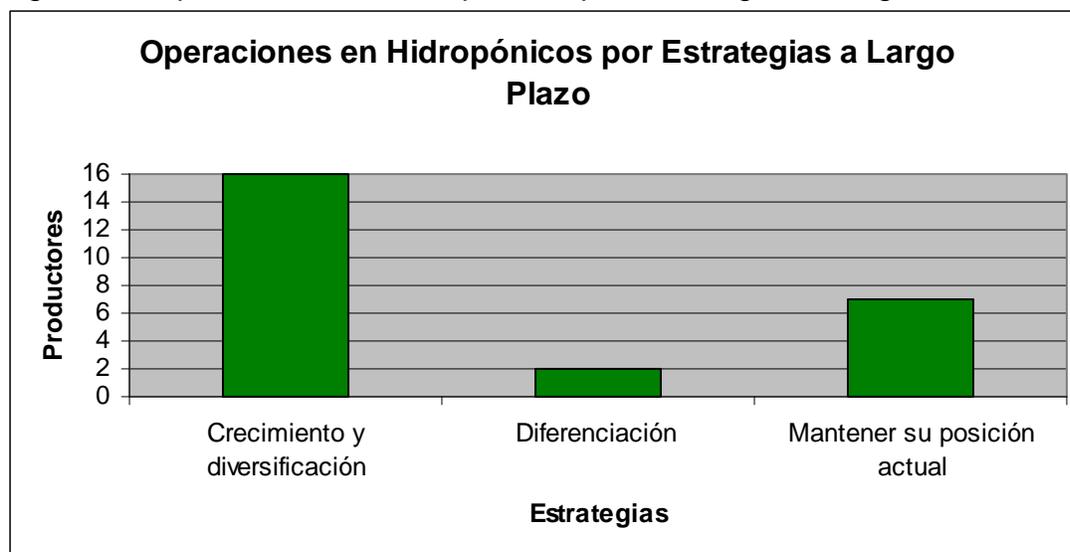
Figura 16. Operaciones en Hidropónicos por Etapa de la Empresa



La Figura 16 ilustra que alrededor de un 57% de las operaciones analizadas se encuentran en una etapa de *Desarrollo*. Este es un periodo dinámico, caracterizado por el cambio, la innovación y el crecimiento de las operaciones. El 30% de las empresas se proyecta en una etapa de *Madurez*, la cual se distingue por perseguir la estabilidad de las operaciones. Sólo 3 operaciones para un 13% del total, entienden que apenas comienzan y deben definir mucho mejor sus operaciones y metas dentro de la industria.

Según las etapas en que se encuentran las empresas, se definieron las estrategias específicas de cada productor en el mediano y largo plazo para sus operaciones. La Figura 17 presenta los objetivos para los productores en hidropónicos, basado en estrategias de expansión, diferenciación y concentración para sus empresas.

Figura 17. Operaciones en Hidropónicos por Estrategias a Largo Plazo



#### 4.2.10 Mercadeo de Productos

El mercadeo de productos agrícolas elaborados localmente es una de las áreas que mayor conflicto genera para el sector de producción agrícola (Departamento Agricultura 2001).

El sector hidropónico no está ajeno a los efectos que provoca esta realidad económica. Fue interesante notar que más del 50% de los productores entrevistados no tomó en cuenta la importancia de establecer canales para mercadear sus productos en el momento de iniciar sus operaciones.

Aproximadamente un 66% de los operadores entrevistados vende gran parte de su mercancía a través de los núcleos de producción y mediante pequeños distribuidores independientes. Por el otro lado, el 34% de los operadores se ha dado a la tarea de desarrollar sus propias carteras de clientes, entre los que se destacan; cadenas de supermercados, pequeños colmados y restaurantes.

Algunas de las limitaciones más importantes que los productores entienden que obstaculizan el desarrollo de su mercado, incluyen; la competencia desigual con los productores convencionales que tienen costos de producción más bajos, la saturación de productos en el mercado cuando hay temporadas de poca lluvia, el lucro excesivo de los distribuidores e intermediarios que no pagan precios competitivos por sus productos y la falta de conocimiento en el área de mercadotecnia que les impide desarrollar unos mayores esfuerzos y unas mejores estrategias de ventas.

#### **4.2.10.1 Núcleos de Producción**

Casi un 100% de los operadores en hidropónicos entrevistados dependió en algún momento de los servicios brindados por los núcleos de producción agrícola. Sin embargo, al momento de la investigación, estos programas tan sólo contaban con una matrícula de accionistas del 20% del total de los productores que había ingresado en un principio al programa.

Ante la pregunta a los productores; *Según la política pública de los núcleos de producción, ¿Cuál ha sido su experiencia bajo este programa?* Se reveló un malestar generalizado en aproximadamente un 80% de los operadores.

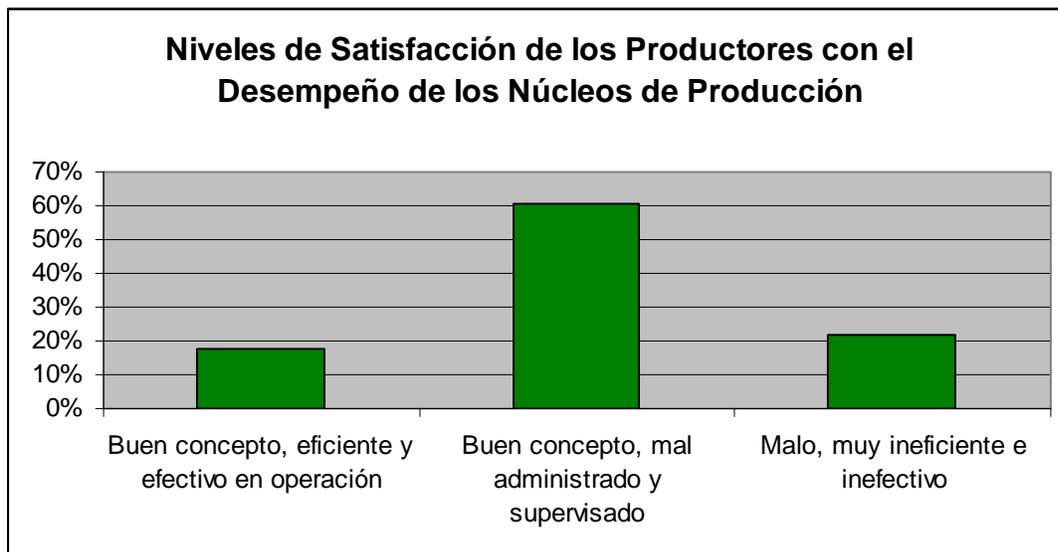
Alrededor de un 60% de los entrevistados reconoció que el programa de los núcleos de producción agrícola está basado en un concepto que legítimamente busca ayudar y beneficiar a los agricultores colectivamente. Sin embargo, se percibe que la

inversión hecha en este programa por el Departamento de Agricultura ha adolecido de la fiscalización necesaria para procurar una mejor utilización y distribución de los beneficios a los agricultores.

El 22% tuvo muy malas experiencias. Estos alegan que dicho programa ha sido en extremo corrompido y es el modo operativo en que un grupo de personas se ha lucrado y ha despilfarrado fondos que muy bien pudieron haber sido utilizados a favor del sector. Estas malas experiencias para muchos incluyeron pérdidas por el hurto de productos entregados en la planta, además de miles de dólares en mercancía vendida por la planta que nunca fue cobrada por los productores.

Tan sólo un 18% de los entrevistados definió no haber tenido ninguna clase de situación negativa, que levante motivos para dudar de la eficiencia y el buen servicio que brinda dicho programa al agricultor.

Figura 18. Niveles de Satisfacción de los Productores con el Desempeño de los Núcleos de Producción



### 4.3 Situación Financiera

Un análisis financiero básico para cualquier operación de negocio debe incluir una evaluación de tres aspectos fundamentales que van a afectar todo el funcionamiento de la organización, estos son;

- la *Rentabilidad* mediante la evaluación de la actividades de ingresos y gastos,
- los *Recursos Económicos Disponibles* a través de la inversión en activos operacionales y las obligaciones sobre los mismos, y
- la *Liquidez y Solvencia*, mediante la evaluación de la posición de efectivo y demás valores líquidos para cumplir con el pago de las obligaciones asumidas tanto a corto como a largo plazo.

Para llevar a cabo el análisis de algunos de estos aspectos en las operaciones de producción hidropónica se analizaron los costos de producción de cada cultivo, la inversión en propiedad planta y equipo y la rentabilidad a base de las ganancias netas que produce cada siembra. En las secciones siguientes se elabora cada uno de estos elementos del análisis, para las operaciones de tomate, lechuga y cilantrillo.

#### 4.3.1 Tomate

El tomate de ensalada es la hortaliza más importante en términos económicos para Puerto Rico. Según la Oficina de Estadísticas Agrícolas, se estima que su producción total para el año fiscal 2006-2007 fue de aproximadamente 310,822 quintales con un valor en el mercado de \$10.5 millones.

El 60% del tomate producido en la isla se exporta a la Florida y a Nueva York y se importan alrededor de 323,982 quintales para satisfacer la demanda que ronda en un consumo aproximado de 20 libras per cápita (Martínez 2007). Basado en el consumo total de tomate en la isla se estima que este posee un potencial de crecimiento en el mercado local de hasta un 72% de la producción actual (Parés 2007).

Para este cultivo se analizaron 6 operaciones de producción en hidropónicos para el periodo comprendido entre el 1 de enero al 31 de diciembre 2008. Se recopilaron datos correspondientes al inventario de los activos operacionales de las empresas, sus costos de producción y la capacidad de producción y ventas para el periodo.

Por la limitación con 1 de los operadores del estudio en la recopilación de toda la data financiera correspondiente, sólo se utilizaron los resultados de 5 operaciones para este análisis.

#### **4.3.1.1 Inversión en Propiedad, Planta y Equipo**

La propiedad planta y equipo son posesiones de naturaleza permanente utilizadas en la operación regular del negocio. Esto incluye los terrenos, edificios, maquinaria, mobiliario, herramientas y en muchos casos reservas naturales sujetas a un agotamiento sistemático a través del tiempo (Kieso, et. al. 1998).

La inversión en activos fijos para una operación de tomate en hidropónicos es considerablemente alta. A través de la investigación se identificó que en promedio un 57% de los costos totales para iniciar un proyecto de 100' x 35', se destina para la construcción de los activos permanentes, que incluyen; el umbráculo, un almacén de 10' x 10' y la toma e instalación para el pozo de agua.

En lo concerniente a la categoría de equipo utilizado para la operación, se estima que este constituye el 33% del total de la inversión. Dentro de este equipo se identificó que el 100% de los productores entrevistados adquirió un sistema automático computadorizado en el inicio de sus operaciones, a un precio aproximado de \$11,000 que incluyó la instalación. Este equipo es muy sofisticado al funcionar con una serie de sensores, temporizadores “*timers*” y programación de computadora. Sin embargo, luego de muchos años en la producción del tomate estos productores reconocen que este tipo de sistema no ha resultado ser práctico para sus operaciones y mucho menos rentable en un análisis de costo beneficio.

La Tabla 13 presenta un análisis detallado de la inversión inicial en propiedad, plantas y equipo promedio para una operación de producción de tomate en hidropónicos de 100' x 35'.

Tabla 13. Inversión en Propiedad, Planta y Equipo Promedio, para una (1) Operación de 100' x 35' de Tomate en Hidropónicos

<b>Inversión en Propiedad, Planta y Equipo Promedio, para una (1) Operación de 100' x 35' de Tomate en Hidropónicos <sup>1</sup></b>		<b>Costo "Valor" (\$)</b>
<b><u>Propiedad</u></b>		
Terreno <sup>2</sup>		
1/4 Cuerda (10,500 p <sup>2</sup> )	7,000	
<b>Total Propiedad</b>		<b>\$ 7,000</b>
<b><u>Planta</u></b>		
Umbráculo (100' x 35') <sup>3</sup>	15,000	
(1) Almacén (10' x 10') <sup>4</sup>	4,000	
Pozo de Agua <sup>5</sup>	17,500	
<b>Total Planta</b>		<b>\$ 36,500</b>
<b><u>Equipo</u></b>		
Sistema de Riego (Goteo)	2,500	
Sistema Automático Computadorizado <sup>6</sup>	11,000	
(1) Generador Eléctrico (5,000 Watts)	3,000	
(1) Tanque Cisterna (750 Galones)	600	
(1) Bomba de Agua	450	
(1) Medidor de Conductividad Eléctrica	225	
(1) Unidad de Enfriamiento (Nevera)	750	
(1) Balanza Electrónica	300	
(140) Cajas Plásticas "Recogido de Tomates"	1,120	
(800) Carretes e Hilo para Amarre de Plantas	1,150	
<b>Total Equipo <sup>7</sup></b>		<b>\$ 21,095</b>
<b>Costo Promedio Total (Inversión) en Propiedad, Planta y Equipo</b>		<b>\$ 64,595</b>

- 
1. El análisis de Inversión en Propiedad, Planta y Equipo está basado en los resultados promediados de 5 productores para una (1) operación con tamaño de 100' pies de largo por 35' pies de ancho con los usos y requerimientos esenciales para su funcionamiento.
  2. En los sectores agrícolas analizados en la investigación se determinó un valor en el mercado promedio por cuerda de terreno de \$10,000. El valor de la propiedad ó terreno se basó en asignar un área de un cuarto (1/4) de cuerda por \$2,500 para el establecimiento de las estructuras. Los otros \$4,500 corresponden a un estimado del costo para preparar el terreno, esto puede incluir; operador de maquinaria y materiales como relleno o piedra para nivelar el terreno o habilitar caminos.
  3. El umbráculo incluye los materiales del almacén o estructura, tales como; tubos galvanizados, sarán o malla de sombra, plástico transparente de polietileno con filtro ultravioleta y la mano de obra e instalación. El tipo de estructura utilizada para el cultivo de tomates en hidropónicos necesita más material en tubo galvanizado y laboreo, ya que como cada planta necesita ser tutorada y soportada en peso por la misma, es necesario que ésta sea diseñada y fabricada para aguantar dicho peso.
  4. Este almacén es una combinación de materiales como; piso en concreto, almacén de columnas y vigas en acero y cubierta superior y lateral de paneles o planchas de zinc galvanizado.
  5. Este es el costo promedio de la mayoría de los pozos hincados en proyectos de producción hidropónica. Sin embargo, este costo dependerá en gran medida de la profundidad a la cual se identifique el suministro de agua. Aunque aquí está contemplado dicho costo para la operación, debemos considerar que estas fincas poseen operaciones diversas con muchas categorías de productos y no significa que por el establecimiento de un umbráculo de 100'x35' para producir cultivos hidropónicos sea necesario hacer esta inversión, por el contrario se pueden considerar otras fuentes de agua.
  6. El sistema computadorizado es un sistema tecnificado que fue obtenido por un alto porcentaje de los productores de tomate en hidropónicos al inicio de sus operaciones. Este sistema tiene la capacidad de llevar a cabo una serie de tareas automáticas mediante programación y le ayuda al productor a mantener un mayor control de su cosecha con el registro de importantes indicadores del microclima para el cultivo. Este sistema es un elemento opcional para la operación y la experiencia le ha demostrado a los productores que en una evaluación de costo-beneficio, dicha inversión resulta ser demasiado cuantiosa y el mantenimiento del mismo es muy oneroso.
  7. En el valor total del equipo para la operación, no se considero el costo de un medio de transporte para los materiales y los productos para la venta, esto se debe a que la mayoría de los productores utilizan sus vehículos personales para llevar a cabo dichas tareas.
- 

Es importante señalar que muchos de estos proyectos fueron iniciados para la década del 2000, en un periodo caracterizado por condiciones inflacionarias para productos como el acero, el petróleo y todos sus derivados. Esto se vió agudizado por los atentados terroristas en los Estados Unidos, por el inicio de la guerra en Irak y el debilitamiento del dólar frente a otras divisas extranjeras.

### 4.3.1.2 Costo del Producto

La producción agrícola es una operación en la cual se manufacturan en su mayoría alimentos para ser vendidos en el mercado. Es por eso que todo operador agrícola debe realizar un monitoreo periódico y sistemático de sus costos para mantener un control de las finanzas de la empresa.

Existe toda un área de especialización que se encarga de investigar y analizar sistemas para la valoración de los costos operacionales y de manufactura para las empresas. Para analizar las operaciones en hidropónicos se utilizó un sistema de “absorción total de costos” tradicional, bajo este sistema se toman en cuenta todos los costos incurridos por concepto de la producción y se clasifican bajo una de las siguientes categorías; Material Directo, Mano de Obra Directa y Costos Indirectos de Manufactura.

Los resultados del estudio demostraron que la producción del tomate en hidropónicos conlleva unos altos costos para los operadores.

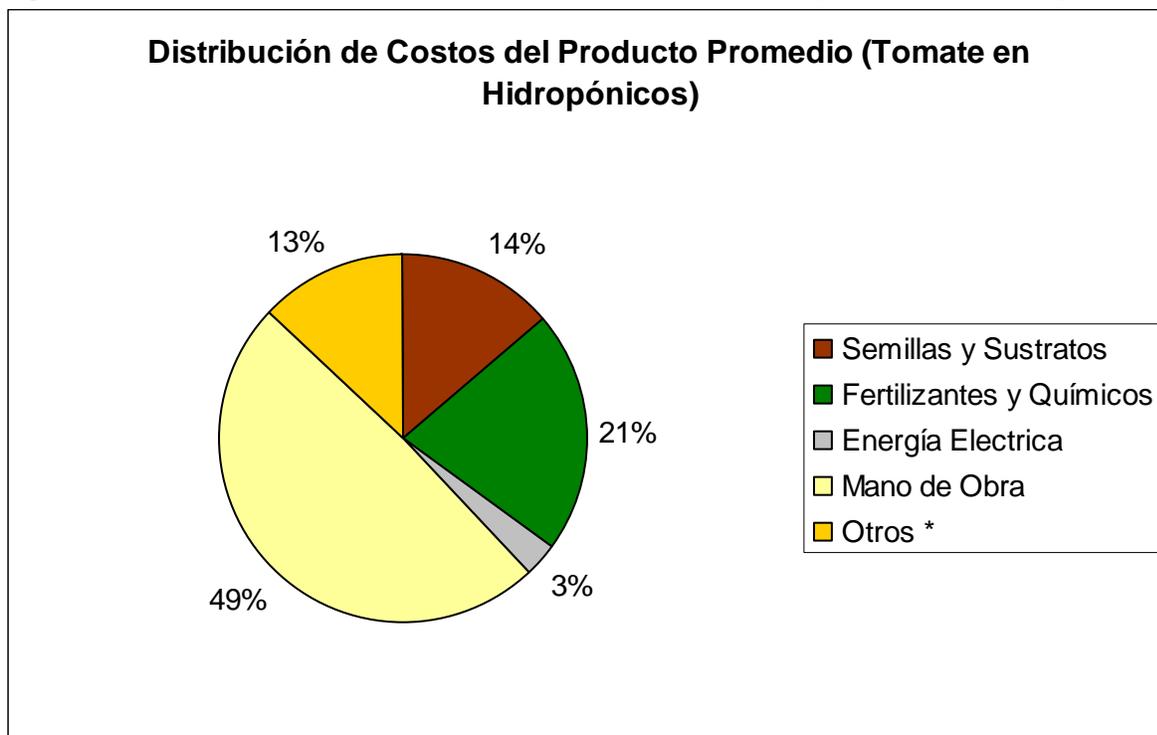
La Figura 19 presenta una distribución en forma de porcentos para los principales renglones de consumo de gastos del producto.

Como se mencionó en la sección de las prácticas de cultivo, el tomate es una hortaliza con un ciclo productivo aproximado de 4 meses y un alto requerimiento de labor por parte de los operadores. Este hecho trae como resultado que en promedio un (50%) del costo total del producto, la mitad, sea por concepto de salarios y beneficios pagados a los empleados y operadores.

La otra categoría de consumo que representa una parte sustancial del costo total por siembra lo son los fertilizantes y productos de control. El tomate es un cultivo muy

vulnerable al ataque de plagas y enfermedades de distinto tipo, lo cual obliga al operador a hacer numerosas aplicaciones regulares y preventivas. Cabe destacar el efecto negativo que ocasionó para el sector agrícola el aumento significativo que tuvo el barril de petróleo entre los años 2005 – 2007. Dicho suceso disparó el precio de los fertilizantes, abonos y productos químicos en un aumento aproximado de un 100% de su valor en el mercado, llevando al sector a encarar una crisis por los altos costo de los productos.

Figura 19. Distribución de Costos del Producto Promedio (Tomate en Hidropónicos)



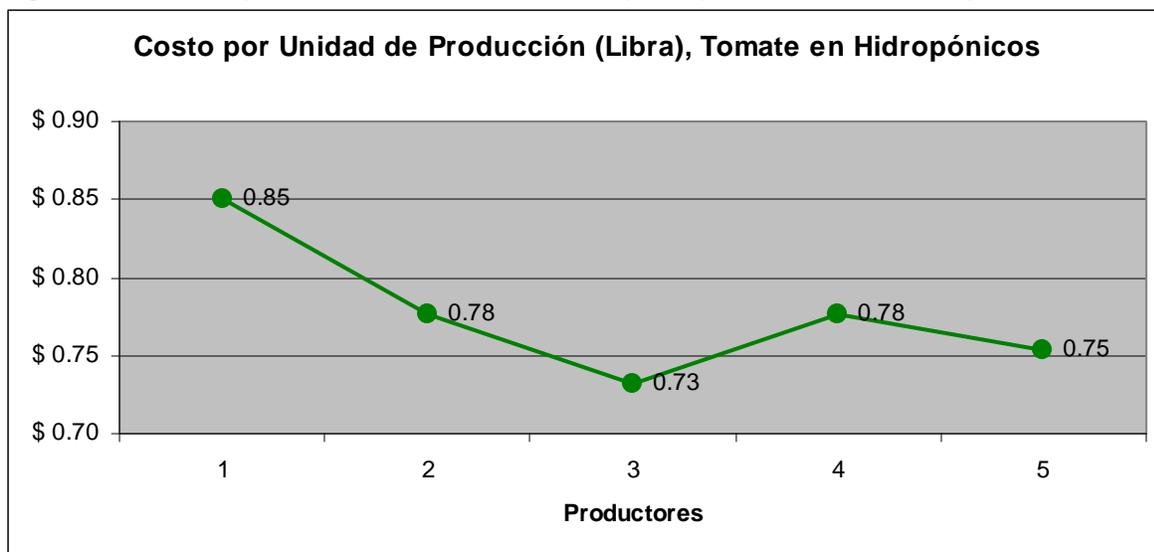
\* En la categoría de otros se incluye el prorrateo sistemático de los costos indirectos de manufactura que no abarcan el desembolso de efectivo, tales como; depreciación de planta y equipo y vehículos de motor. También se incluye cualquier otro costo misceláneo e imprevisto, necesario durante el transcurso normal de la operación.

Fue interesante observar que energéticamente las operaciones de producción hidropónica no reportaron altos gastos de consumo como porcentos del costo total de la producción.

En comunicación personal con la Sra. Nora Mercado (*Oficial de Programas de la Oficina de Prensa*) de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE), se investigó si existe algún programa de subsidio para tarifas de consumo de energía eléctrica para agricultores y productores agrícolas. En afirmativa se identificó que si existe un incentivo para los operadores agrícolas “Bonafide”, el cual consiste en un descuento de casi un 30% en la tarifa de consumo por *kilovatio / hora* de (\$0.08) que es el precio para el consumo regular de comercios e industrias a (\$0.05) para operaciones agrícolas en general.

Al analizar el costo por unidad para el tomate producido hidropónicamente, se obtuvo un promedio de (\$0.78) por libra para una siembra en un umbráculo de 100' x 35'. Esto es casi 1.6 veces o un 160% del costo por unidad del tomate producido convencionalmente, que se aproxima a (\$0.30) por libra (Comas, et. al. 2007).

Figura 20. Costo por Unidad de Producción (Libra), Tomate en Hidropónicos



### **4.3.1.3 Efectivo y Cuentas por Cobrar**

En adición al inventario de la empresa que es uno de los activos de mayor importancia por su naturaleza para las actividades operacionales, existen dos activos operacionales que nos ayudan a evaluar la capacidad de la empresa para llevar a cabo sus operaciones y cumplir con sus obligaciones en el corto plazo. Estos recursos son; la posición de efectivo y las cuentas por cobrar del negocio (Kieso 1998).

Un hallazgo importante del análisis financiero para el estudio, fue que en su mayoría casi todos los operadores en hidropónicos realizan todas sus compras y actividades operacionales con pagos en efectivo y recurren muy poco al uso del crédito. Por ende, resulta de suma importancia para estos operadores tener una posición de efectivo saludable con relación a los gastos operacionales de sus empresas.

La Figura 21 muestra la proporción de efectivo disponible por mes con relación al costo total por siembra del tomate, para un umbráculo de 100' x 35'. Dada la naturaleza de este cultivo en cuanto al periodo que tarda para completar su ciclo productivo, el productor deberá incurrir en desembolsos operacionales por un periodo aproximado de 4 meses, sin la posibilidad de generar ingresos en efectivo de la siembra.

Luego de examinar la posición de efectivo de 5 empresas dedicadas a producir tomate, se observó que a excepción de 2 de las operaciones las cuales presentaban en promedio un 50% o más de efectivo con relación a sus costos de producción, el 60% de los operadores poseyeron débiles posiciones de efectivo disponible las cuales se aproximaron en promedio al 26% de sus costos totales.

Figura 21. Proporción de Efectivo Disponible Promedio a Costo Total del Producto (Tomate en Hidropónicos)

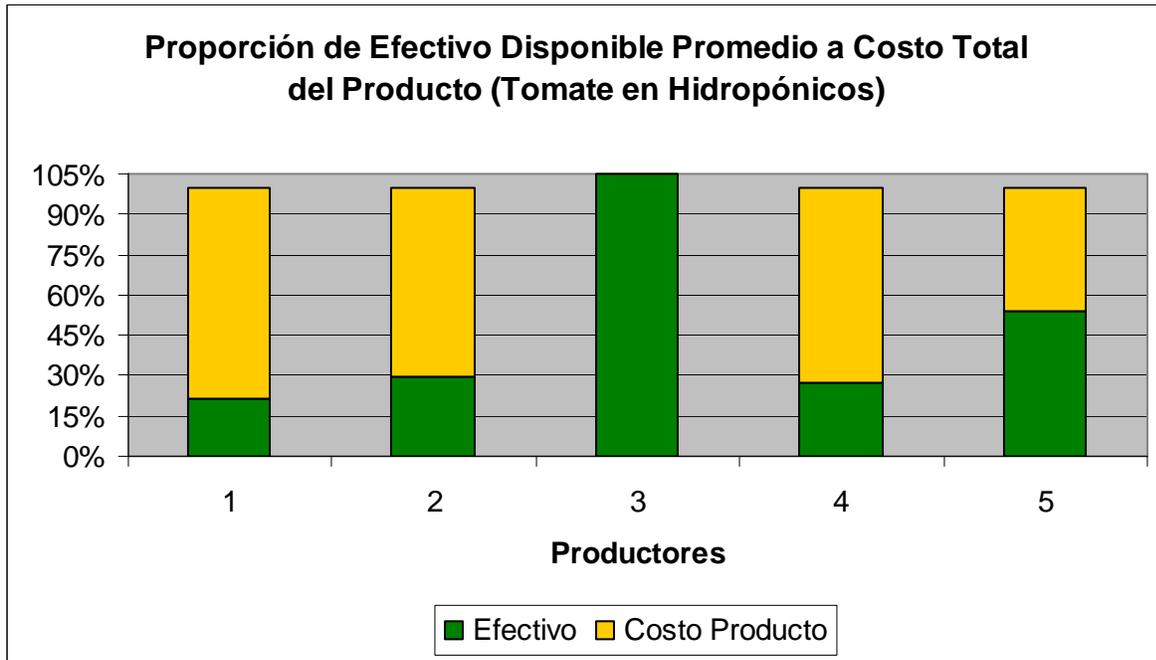
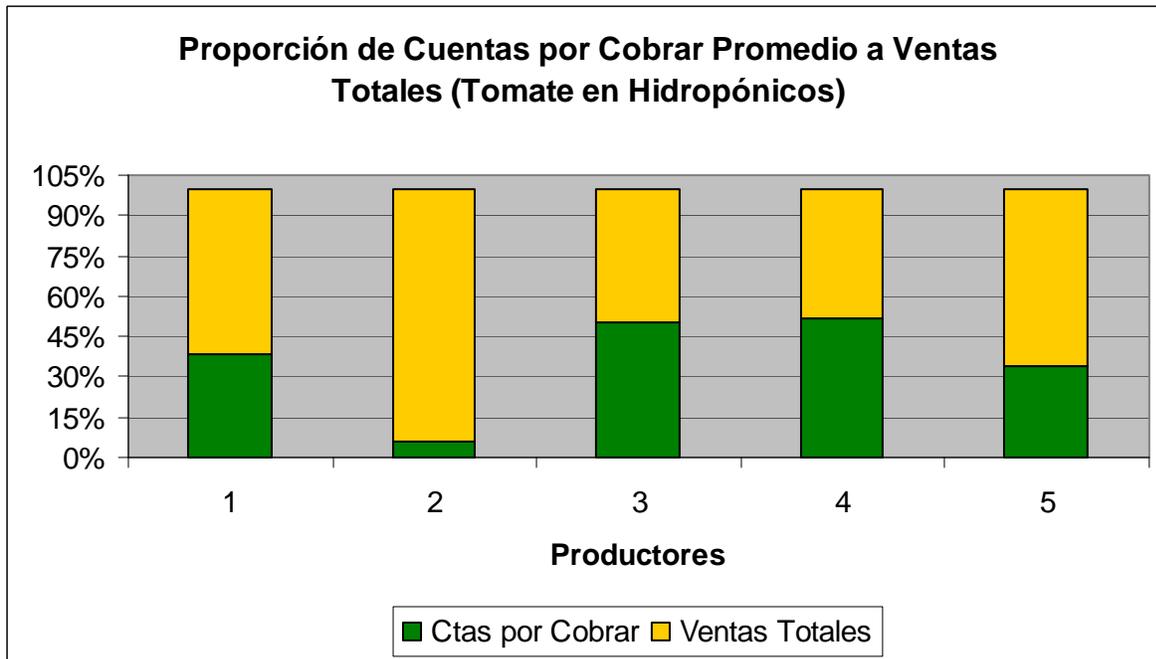


Figura 22. Proporción de Cuentas por Cobrar Promedio a Ventas Totales (Tomate en Hidropónicos)



En términos de las cuentas por cobrar para estas empresas, se observó que el 80% de los productores realiza en promedio el 45% de las ventas de sus productos a crédito con términos de cobro de 30 días. Sin embargo, en cuanto a la efectividad de los productores para cobrar sus ventas a crédito dentro del periodo estipulado, se identificó una baja tasa de cobro para dichas ventas. Esto quedo evidenciado con operadores que poseían promesas de cobro vigentes por más de 6 meses. En la mayoría de los casos estas cuentas morosas y con una baja posibilidad de cobro fueron originadas con los núcleos de producción agrícola.

#### **4.3.1.4 Análisis de Ingresos y Gastos**

Un estado de ingresos y gastos provee un detalle de los resultados operacionales que tuvo la empresa en términos de los ingresos, los gastos y las utilidades netas para un periodo de tiempo determinado, es una película financiera de la empresa (CDE 2006).

Con la información provista por este tipo de informe, es posible analizar características de la operación que incluyen; los márgenes de ganancia bruta sobre los productos, el punto de equilibrio de los ingresos y los gastos, la tasa de rendimiento sobre los distintos tipos de activos y el periodo de repago de la inversión inicial, entre otras cosas.

Tal y como se desprende del desarrollo de este análisis, la producción hidropónica del tomate conlleva un alto costo operacional para los productores. Sin embargo, esta estructura elevada de costos no está equiparada a condiciones en el mercado que ofrezcan un precio verdaderamente competitivo por el producto.

El precio del tomate en hidropónico para el mercado local se estima que fue de (\$0.90) por libra al por mayor, para finales del año 2008. Basados en un costos por libra de tomate de \$0.73 hasta \$0.78 tenemos que los productores de este cultivo en hidropónicos tienen la capacidad de generar márgenes de ganancia bruta entre un rango del 13% al 19% del valor de venta. Esto es en promedio la mitad del margen de ganancia bruta logrado por el productor convencional de tomate, que puede alcanzar hasta un 38% del precio de venta (Comas et. al. 2007).

Luego de evaluar los resultados de ingresos y gastos para las empresas y calcular un valor total estimado por siembra de \$6,500, se determinó que la ganancia neta bajo los supuestos establecidos fue de aproximadamente \$1,000 ó un 15% del valor total de las ventas.

La Tabla 14 presenta un resumen de ingresos y gastos promediado para una siembra de tomate en hidropónicos en una estructura de 100' x 35' y los principales supuestos considerados en el análisis.

Tabla 14. Ingresos y Gastos Promedio (Año 2008), para una (1) Siembra de Tomate en Hidropónicos (Umbráculo 100' x 35')

<b>Ingresos y Gastos Promedio (Año 2008), para una (1) Siembra de Tomate en Hidropónicos (Umbráculo 100' x 35')<sup>1</sup></b>		
<i>Dólares (\$)</i>		
<b>VENTAS</b>		
Tomates (libras) <sup>2</sup>	7,199	
Precio (libra)	\$ 0.90	
<b>VENTAS TOTAL</b>		<b>\$ 6,479.24</b>
<b>COSTO DEL PRODUCTO</b>		
<b><u>(Material Directo)</u></b>		
Semillas, Bolsas y Sustrato <sup>3</sup>	717.83	
Fertilizantes <sup>4</sup>	758.83	
Productos Químicos	290.87	
<b>Material Directo Total</b>		<b>\$ 1,767.53</b>
<b><u>(Mano de Obra Directa)</u></b>		
Administradores (dueños)	795.48	
Empleados	1594.66	
Beneficios a Empleados <sup>5</sup>	257.54	
<b>Mano de Obra Directa Total</b>		<b>\$ 2,647.67</b>
<b><u>(Costos Indirectos)</u></b>		
Depreciación <sup>6</sup>	618	
Electricidad	126	
Agua	0	
<b>Costos Indirectos Total</b>		<b>\$ 744.00</b>
<b>COSTO DEL PRODUCTO TOTAL</b>		<b>\$ 5,159.19</b>
<b>GANANCIA BRUTA</b>		<b>\$ 1,320.05</b>
<b>MARGEN GANANCIA BRUTA</b>	<b>20%</b>	
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS<sup>7</sup></b>		<b>\$ 322.95</b>
<b>INGRESO NETO</b>		<b>\$ 997.10</b>
<b>MARGEN DE GANANCIA NETA</b>	<b>15%</b>	

1. El análisis de ingresos y gastos está basado en los resultados promediados de 5 productores para una (1) siembra de tomates en una estructura de 100' pies de largo por 35' pies de ancho en un intervalo de tiempo de aproximadamente cuatro (4) meses.

2. Las libras de Tomate producido están basadas en un promedio de 779 plantas por estructura y un promedio de 9.24 libras por planta.
  3. En el costo de material por semillas, bolsas y sustrato (el cual incluye perlita, lana de roca "Rockwool", cáscara de coco y gravilla), el costo de bolsas y sustrato corresponde a una tercera parte (1/3) de su costo total. Esto es así, debido a que los productores acostumbran a usar en promedio las mismas bolsas y sustrato durante 3 siembras consecutivas antes de ser sustituidos.
  4. En el caso del cultivo de tomate en hidropónicos los costos por nutrición mineral se basan principalmente en la formulación de bases de N, P, K (4-18-38), en Nitrato de Calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) y en Sulfato de Magnesio ( $\text{MgSO}_4$ ).
  5. Los beneficios marginales a empleados están basados en la cantidad de 16.15%, lo cual incluye; Seguro Social y "Medicare", Desempleo y Corporación del Fondo del Seguro del Estado.
  6. Los costos de depreciación prorrateados a una siembra de cuatro meses corresponden al deterioro normal de la planta y el equipo que incluyen; el umbráculo, los almacenes y el equipo que estos albergan. Por otro lado, se incluye el uso y deterioro normal de vehículos de motor para transporte de materiales y distribución de productos.
  7. Los gastos administrativos o del periodo que son incurridos en el transcurso normal de la operación del negocio sin importar los niveles de producción, corresponden principalmente a; licencias y permisos para el negocio, servicios profesionales de contabilidad e intereses sobre deudas a largo plazo.
- 

### **4.3.1.5 Periodo de Repago**

El periodo de repago por definición es un estimado de la cantidad de tiempo necesaria que le toma a una empresa de negocios recuperar la inversión de capital inicial para sus operaciones. En la mayoría de los casos el análisis de periodo de repago se realiza para establecer cuan viable resultaría hacer una inversión en término de los rendimientos reales que ésta puede producir (CDE 2006).

El calculo se realiza dividiendo el monto total que el empresario invirtió en activos de capital, entre la cantidad total de ganancias netas que genera la operación de negocios en su ciclo operacional, por lo general un año.

Para fines de este análisis no se tomó en cuenta un modelo dinámico que pueda considerar cambios en variables del mercado, tales como: inflación, cambios en oferta y demanda y el valor adquisitivo de la moneda. Por ende, esto es un estimado que nos permite aproximar de forma simplificada un posible escenario de la forma en que se recupera la inversión inicial, basado en los supuestos prevalecientes al momento del estudio.

Con los parámetros establecidos para una operación de producción de tomate en hidropónicos de tamaño 100' x 35', se puede determinar que el periodo de repago de las operaciones analizadas en el estudio es el siguiente;

Inversión Total:       **\$64,595**  
Ganancia Neta por Siembra:       **\$1,000**  
Siembras por Año: **2**

#### **Cálculo del Periodo de Repago**

Inversión Total:                       **\$64,595**  
Ganancia Neta (por Año):               **\$ 2,000**  
Periodo de Repago (inversión):       **32.3 Años**

Basándonos en la inversión necesaria en activos de capital y en los rendimientos netos de la operación, a una empresa de tomate en hidropónicos le puede tomar 32.3 años en recapitalizar su inversión inicial totalmente. Esto representa una tasa de rendimiento anual sobre la inversión de un 3%.

Si consideramos lo esforzada que es la producción de este cultivo y la cantidad de riesgos inherentes a lo largo de todo el proceso, concluimos que este es un periodo

de repago demasiado extenso y representa una tasa de rendimiento sobre la inversión muy baja.

### **4.3.2 Lechuga**

En la actualidad, uno de los cultivos de mayor importancia para el sector hidropónico en Puerto Rico es la producción de Lechuga del País. Para el año 2007, el Censo estimó que alrededor de un 24% de los proyectos hidropónicos existentes, eran operaciones dedicadas a la producción de lechuga. Según la Oficina de Estadísticas Agrícolas, se estima que la producción total de lechuga en la isla para el año fiscal 2006-2007 fue de aproximadamente 211,464 mazos con un valor aproximado en el mercado de \$141,000.

La lechuga se encuentra entre las 3 hortalizas que más se importan en Puerto Rico, con importaciones aproximadas de 197,675 quintales para el año fiscal 2006-2007.

En cuanto a su consumo per cápita, la lechuga se ubica en la cuarta posición de las hortalizas más consumidas con unas 7.07 libras consumidas por persona al año (Martínez 2007). Basado en su consumo total y en la producción por año de esta hortaliza, se estima que ésta posee un potencial de crecimiento de un 99% con relación a su producción actual en el mercado local (Parés 2007).

Para este cultivo se analizaron 13 operaciones de producción en hidropónicos para el periodo comprendido entre el 1 de enero al 31 de diciembre de 2008. Se recopilieron datos correspondientes al inventario de los activos operacionales de las empresas, sus costos de producción y la capacidad de producción y ventas para el periodo.

Por la limitación con tres de los operadores del estudio en cuanto a la recopilación de toda la data financiera correspondiente, sólo se utilizaron los resultados de 10 operaciones para este análisis.

#### **4.3.2.1 Inversión en Propiedad, Planta y Equipo**

La inversión en activos fijos para una operación de lechuga en hidropónicos es un poco menor en comparación con los resultados obtenidos de las operaciones de tomate. Algunas de las explicaciones para estas diferencias radican en el uso de técnicas de hidroponía distintas. Hay que destacar que existen determinadas diferencias en el diseño de los umbráculos utilizados para producir lechuga y los usados para producir tomate. En el caso del tomate estas estructuras deben ser reforzadas para aguantar el peso del cultivo, lo cual no sucede con la lechuga. Además, existen requerimientos en el uso de ciertos materiales y equipos que discrepan en la producción de ambos cultivos.

A través de la evaluación de las operaciones en lechuga se identificó que en promedio un 63% de la inversión inicial para los proyectos estuvo destinada para la construcción de los activos de planta que incluyen; umbráculos, almacenes y la toma e instalación para los pozos de agua.

En lo concerniente a la categoría de equipo operacional, se estima que este constituyó el 25% del total de la inversión, en comparación a un 33% que se obtuvo en el caso del tomate. A diferencia de los productores de tomate, ninguno de los operadores en lechuga analizados, adquirió sistemas automáticos computadorizados. Esto significó un ahorro automático de \$11,000 que podían destinarse para otros usos. En el caso de la lechuga, dada la naturaleza de la técnica utilizada para su producción, la inversión más significativa en equipo resulta de la construcción del sistema *NFT* que

en la mayoría de los casos incluye; mesas hechas de tubos galvanizados y de tubería tipo "PVC".

La Tabla 15 presenta un análisis detallado para la inversión inicial en propiedad, planta y equipo necesarios para una operación de producción de lechuga en hidropónicos.

Tabla 15. Inversión en Propiedad, Planta y Equipo Promedio, para una (1) Operación de 100' x 35' de Lechuga en Hidropónicos

<b>Inversión en Propiedad, Planta y Equipo Promedio, para una (1) Operación de 100' x 35' de Lechuga en Hidropónicos <sup>1</sup></b>		<b>Costo "Valor" (\$)</b>
<b><u>Propiedad</u></b>		
Terreno <sup>2</sup>		
1/4 Cuerda (10,500 p <sup>2</sup> )	7,000	
<b>Total Propiedad</b>		<b>\$ 7,000</b>
<b><u>Planta</u></b>		
Estructura (100' x 35') <sup>3</sup>	13,000	
(1) Almacén y Área de Empaque (20' x 20') <sup>4</sup>	7,000	
Pozo de Agua <sup>5</sup>	17,500	
<b>Total Planta</b>		<b>\$ 37,500</b>
<b><u>Equipo</u></b>		
(4) Mesas 95' x 5' con Sistema de Riego (NFT)	8,000	
(1) Generador Eléctrico (5,000 Watts) <sup>6</sup>	3,000	
(4) Tanques Cisterna (250 Galones)	800	
(4) Bombas de Agua	480	
(1) Medidor de Conductividad Eléctrica	225	
(1) Unidad de Enfriamiento (Nevera)	750	
(2) Mesas Empaque 10' x 2' (acero inoxidable)	1,000	
(1) Mueble con Fregadero	450	
(1) Balanza Electrónica	300	
<b>Total Equipo <sup>7</sup></b>		<b>\$ 15,005</b>
<b>Costo Promedio Total (Inversión) en Propiedad, Planta y Equipo</b>		<b>\$ 59,505</b>

- 
1. El análisis de Inversión en Propiedad, Planta y Equipo está basado en los resultados promediados de 10 productores para una (1) operación con tamaño de 100' pies de largo por 35' pies de ancho con los usos y requerimientos esenciales para su funcionamiento.
  2. En los sectores agrícolas analizados en la investigación se determinó un valor en el mercado promedio por cuerda de terreno de \$10,000. El valor de la propiedad ó terreno se basó en asignar un área de un cuarto (1/4) de cuerda por \$2,500 para el establecimiento de las estructuras. Los otros \$4,500 corresponden a un estimado del costo para preparar el terreno, esto puede incluir; operador de maquinaria y materiales como relleno o piedra para nivelar el terreno o habilitar caminos.
  3. El umbráculo incluye los materiales del armazón o estructura, tales como; tubos galvanizados, sarán o malla de sombra, plástico transparente de polietileno con filtro ultravioleta y la mano de obra e instalación. El tipo de estructura utilizada para el cultivo de lechuga en hidropónicos requiere de menos material y laboreo, esto debido a que a diferencia de aquellas utilizadas para el tomate estas no necesitan reforzamiento adicional para soportar cargas.
  4. Este almacén es una combinación de materiales como; piso en concreto, armazón de columnas y vigas en acero y cubierta superior y lateral de paneles o planchas de zinc galvanizado.
  5. Este es el costo promedio de la mayoría de los pozos hincados en proyectos de producción hidropónica. Sin embargo, este costo dependerá en gran medida de la profundidad a la cual se identifique el suministro de agua. Aunque aquí está contemplado dicho costo para la operación, debemos considerar que estas fincas poseen operaciones diversas con muchas categorías de productos y no significa que por el establecimiento de un umbráculo de 100'x35' para producir cultivos hidropónicos sea necesario hacer esta inversión, por el contrario se pueden considerar otras fuentes de agua.
  6. La totalidad de los productores depende del sistema de energía público de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) y poseen generadores eléctricos como fuentes de energía alterna en casos de emergencia.
  7. En el valor total del equipo para la operación, no se considero el costo de un medio de transporte para los materiales y los productos para la venta, esto se debe a que la mayoría de los productores utilizan sus vehículos personales para llevar a cabo dichas tareas.
- 

#### **4.3.2.2 Costo del Producto**

La lechuga es un cultivo con un ciclo vegetativo corto y a consecuencia de esto su producción genera una mayor eficiencia en el uso de las facilidades operacionales y por la posibilidad de abaratar costos mediante el desarrollo de economías de escala.

Los resultados del estudio demuestran en términos generales que la producción de lechuga en hidropónicos es una actividad eficiente con respecto a los costos de producción y a la utilización óptima de los recursos por el operador.

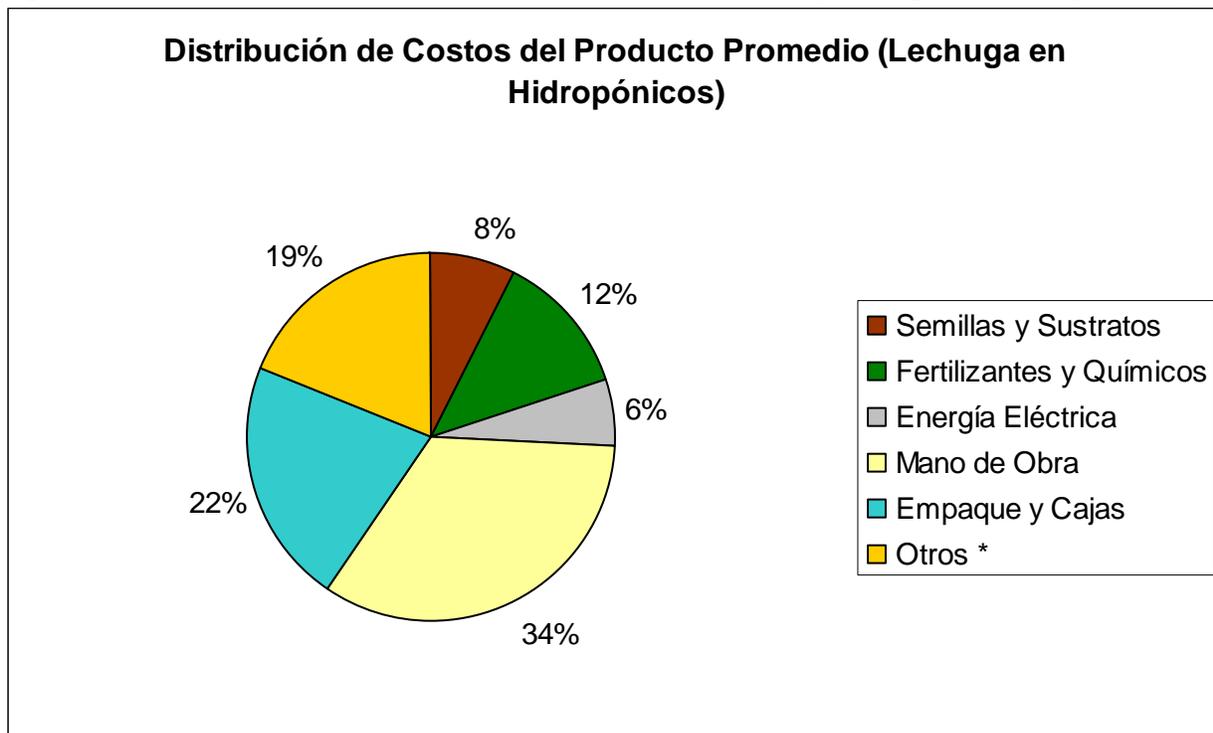
La Figura 23 presenta una distribución en forma de porcentos para los principales renglones de consumo en la producción de lechuga en hidropónicos.

Tras analizar la estructura de los costos operacionales se identificó un uso más eficiente de la mano de obra para la producción. Este hecho trae como resultado que en promedio un 34% del costo total del producto, sea por concepto de salarios y beneficios pagados a los empleados y operadores.

Un material directo utilizado por los productores de lechuga, que no formó parte del costo directo para los productores de tomate, son; las bolsas para empaque del producto y las cajas para su distribución. Esto representa un renglón importante de gastos para el operador de lechuga, ya que se aproxima al 22% de los costos totales de producción.

Otra de las posibles ventajas que presenta la lechuga en comparación al tomate es una menor incidencia en el ataque de plagas y enfermedades. Como resultado, los costos por el uso de productos de control, son significativamente menores por casi un 9%, esto con relación a su proporción en los costos totales de producción.

Figura 23. Distribución de Costos del Producto Promedio (Lechuga en Hidropónicos)



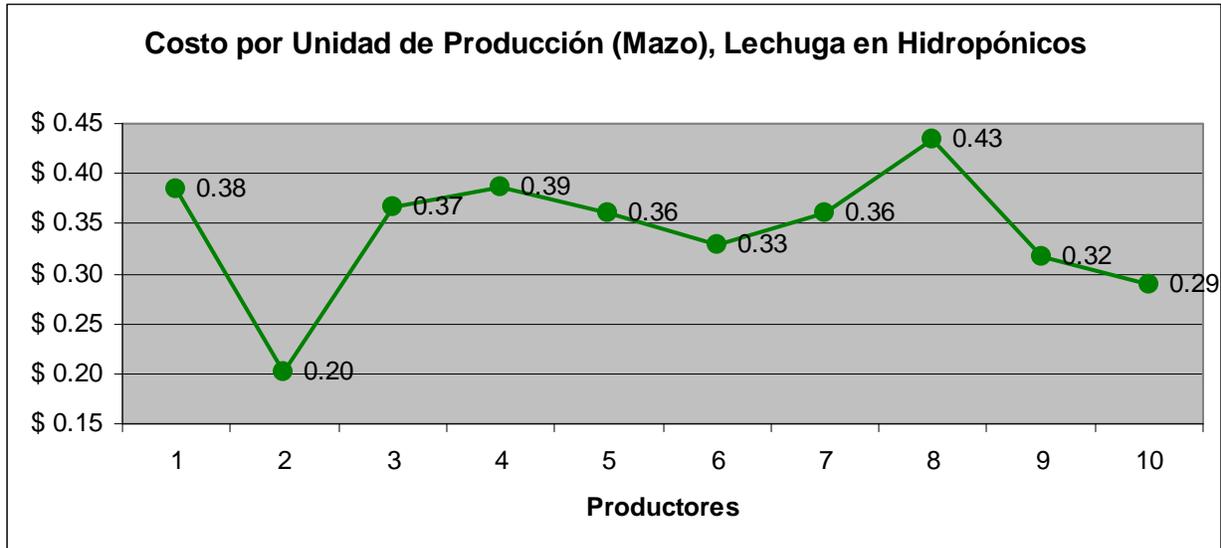
\* En la categoría de otros se incluye el prorrateo sistemático de los costos indirectos de manufactura que no abarcan el desembolso de efectivo, tales como; depreciación de planta y equipo y vehículos de motor. También se incluye el costo de agua para aquellos proyectos que no poseen instalaciones de pozo y cualquier otro costo misceláneo e imprevisto, necesario durante el transcurso normal de la operación.

El costo por consumo energético promedio para la producción de lechuga en hidropónicos, fue de aproximadamente un 6% del costo total del producto. Esto representó en promedio, el doble del costo por energía eléctrica que utiliza una operación de tomates en hidropónicos. Una posible explicación para este hecho es que en un sistema de recirculación NFT, se aplican un mayor número de intervalos de solución nutritiva, por periodos que acostumbran a durar más tiempo. Por el contrario, en un sistema abierto como el que se utiliza en el tomate, la cantidad de intervalos de solución son menos y acostumbran a durar menos tiempo.

Al analizar el costo por unidad para la lechuga producida hidropónicamente, se obtuvo un promedio de (\$0.34) por mazo de 10-12 onzas, esto para una siembra en un umbráculo de 100' x 35'. Esto es en promedio un 42% mayor que el costo por unidad

del mazo de lechuga producido convencionalmente, que se aproxima a (\$0.24) por mazo en el estado de Oregón (Seavert, et. al. 2007).

Figura 24. Costo por Unidad de Producción (Mazo), Lechuga en Hidropónicos



### 4.3.2.3 Efectivo y Cuentas por Cobrar

Un ciclo de producción caracterizado por un corto periodo de tiempo, le permite a la actividad de una empresa, completar su ciclo de ingresos con mayor periodicidad en el año. Por ende, esto puede resultar en una posición de efectivo privilegiada y en una mayor agilidad para coleccionar los pagos de las ventas a crédito a los clientes. De esta forma ha resultado ser para la mayoría de los productores de lechuga en hidropónicos.

Un hallazgo importante del análisis financiero sugirió que alrededor de un 80% de los productores de lechuga en hidropónicos poseen posiciones de efectivo saludables, las cuales fluctúan en promedio en un 73% de efectivo disponible con relación a sus gastos operacionales por mes.

La Figura 25 presenta la proporción de efectivo promedio disponible por mes con relación al costo total por siembra de lechuga para un umbráculo de 100' x 35'. Esta relación ilustra una posición de efectivo privilegiada a consecuencia de poder completar más rápidamente, el ciclo para generar ingresos en efectivo.

Figura 25. Proporción de Efectivo Disponible Promedio a Costo Total del Producto (Lechuga en Hidropónicos)

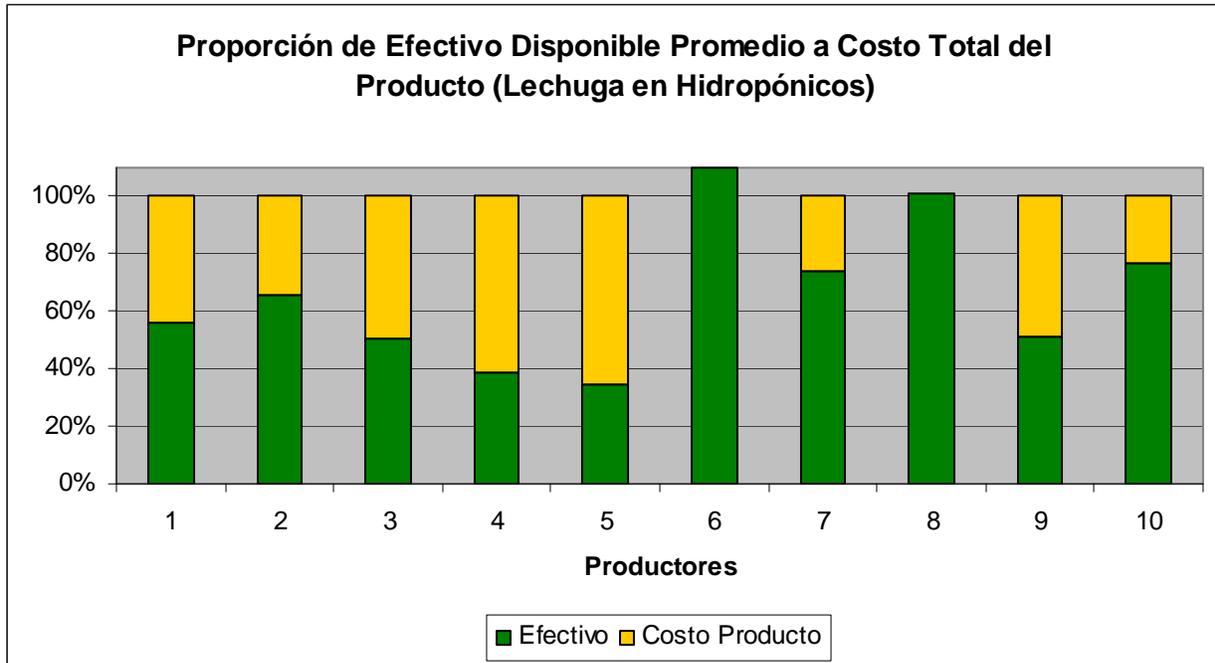
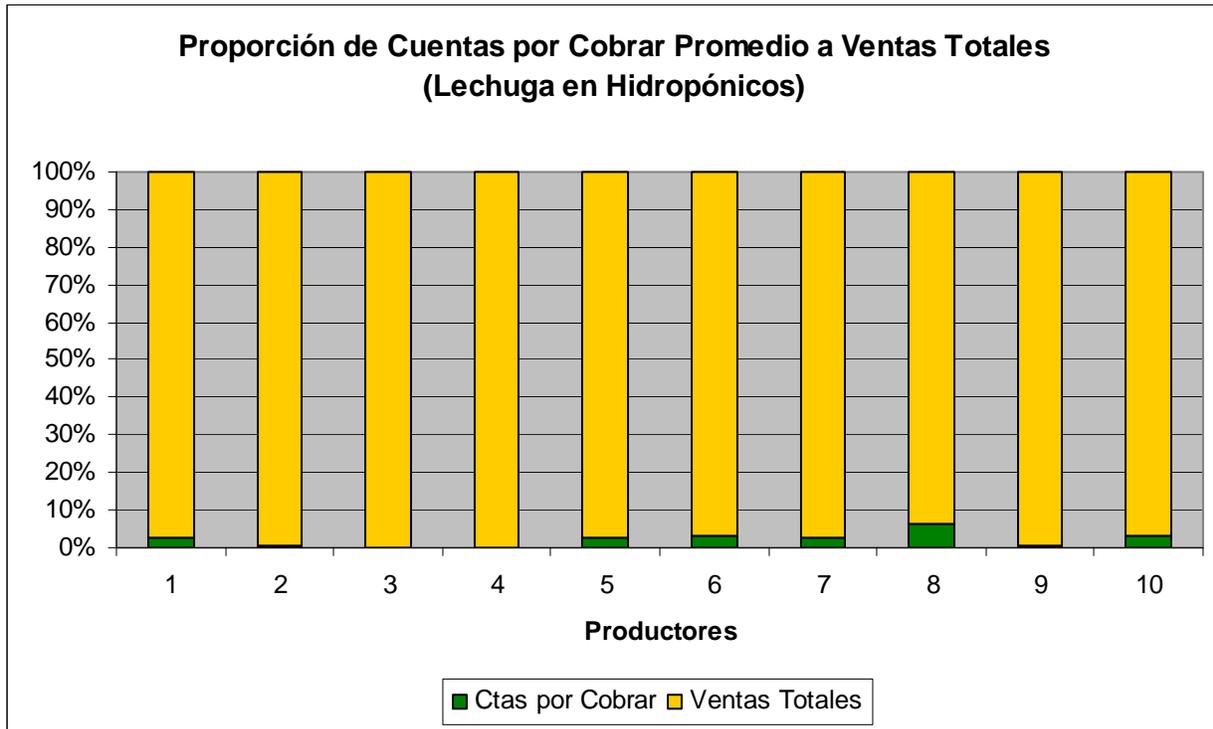


Figura 26. Proporción de Cuentas por Cobrar Promedio a Ventas Totales (Lechuga en Hidropónicos)



En términos de las cuentas por cobrar para las empresas, se observó una tendencia muy positiva para las operaciones de lechuga en hidropónicos. En términos generales los productores de lechuga en hidropónicos tienen en promedio, un 2% de sus ventas totales a crédito. Esta es una práctica muy conservadora para hacer disponible su producción en el mercado. Sin embargo, les ayuda a salvaguardar unos mejores resultados para sus operaciones y simplifica los esfuerzos de cobro, el tiempo de espera y los riesgos inherentes de vender mercancía a crédito.

#### **4.3.2.4 Análisis de Ingresos y Gastos**

El análisis de ingresos y gastos para la producción de lechuga en hidropónicos, reveló que el desarrollo de este cultivo utilizando sistemas hidropónicos les brinda rendimientos satisfactorios a los productores de esta hortaliza.

La Tabla 16 presenta un resumen de ingresos y gastos promediado para una siembra de lechuga en hidropónicos y los principales supuestos considerados en el análisis.

El precio de la lechuga en hidropónicos para el mercado local se estima que fue de (\$0.66) por mazo al por mayor, para finales del año 2008. Basados en un costos promedio por mazo de \$0.34 tenemos que los productores de este cultivo en hidropónicos tienen la capacidad de generar márgenes de ganancia bruta cercanos a un 50% del valor de las ventas. Esto es en promedio 3.55 veces la ganancia bruta lograda por los productores convencionales de lechuga de hoja, que tan sólo obtienen entre \$0.09 a \$0.10 por mazo, con un precio de venta al por mayor de (\$0.33) (Seavert, et. al. 2007).

Tras evaluar los resultados de ingresos y gastos para las empresas y calcular un valor total estimado por siembra de \$1,960 en una estructura de 100' x 35', se determinó que la ganancia neta bajo los supuestos establecidos fue de aproximadamente \$940 ó un 48% del valor total de la cosecha.

Tabla 16. Ingresos y Gastos Promedio (Año 2008), para una (1) Siembra de Lechuga en Hidropónicos (Umbráculo 100' x 35')

<b>Ingresos y Gastos Promedio (Año 2008), para una (1) Siembra de Lechuga en Hidropónicos (Umbráculo 100' x 35')<sup>1</sup></b>		
<i>Dólares (\$)</i>		
<b>VENTAS</b>		
Lechuga (mazo 10 – 12 oz) <sup>2</sup>	2,983	
Precio (mazo 10 – 12 oz)	\$ 0.66	
<b>VENTAS TOTAL</b>		<b>\$ 1,962.51</b>
<b>COSTO DEL PRODUCTO</b>		
<b><u>(Material Directo)</u></b>		
Semillas e Higrodón	77.48	
Fertilizantes <sup>3</sup>	99.25	
Productos Químicos	23.20	
Empaque y Cajas	207.22	
<b>Material Directo Total</b>		<b>\$ 407.14</b>
<b><u>(Mano de Obra Directa)</u></b>		
Administradores (dueños)	101.42	
Empleados	205.33	
Beneficios a Empleados <sup>4</sup>	33.16	
<b>Mano de Obra Directa Total</b>		<b>\$ 339.91</b>
<b><u>(Costos Indirectos)</u></b>		
Depreciación <sup>5</sup>	158.70	
Electricidad	53.62	
Agua	12.91	
<b>Costos Indirectos Total</b>		<b>\$ 225.23</b>
<b>COSTO DEL PRODUCTO TOTAL</b>		<b>\$ 972.27</b>
<b>GANANCIA BRUTA</b>		<b>\$ 990.24</b>
<b>MARGEN GANANCIA BRUTA</b>	<b>50%</b>	
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS<sup>6</sup></b>		<b>\$ 52.11</b>
<b>INGRESO NETO</b>		<b>\$ 938.13</b>
<b>MARGEN DE GANANCIA NETA</b>	<b>48%</b>	

1. El análisis de ingresos y gastos está basado en los resultados promediados de 10 productores para una (1) siembra de Lechuga en una estructura de 100' pies de largo por 35' pies de ancho en un intervalo de tiempo de aproximadamente un (1) mes.

2. Los mazos de Lechuga de 10-12 oz producidos están basados en un promedio de 2,983 unidades por estructura en un intervalo aproximado de un (1) mes ó 30 días.
  3. En el caso del cultivo de Lechuga en hidropónicos los costos por nutrición mineral se basan principalmente en la formulación de bases de N, P y K (8-14-38) ó (11-11-40), en Nitrato de Calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) y en Sulfato de Magnesio ( $\text{MgSO}_4$ ).
  4. Los beneficios marginales a empleados están basados en la cantidad de 16.15%, lo cual incluye; Seguro Social y "Medicare", Desempleo y Corporación del Fondo del Seguro del Estado.
  5. Los costos de depreciación prorrateados a una siembra de un mes corresponden al deterioro normal de la planta y el equipo que incluyen; el umbráculo, los almacenes y el equipo que estos albergan. Por otro lado, se incluye el uso y deterioro normal de vehículos de motor para transporte de materiales y distribución de productos.
  6. Los gastos administrativos o del periodo que son incurridos en el transcurso normal de la operación del negocio sin importar los niveles de producción, corresponden principalmente a; licencias y permisos para el negocio, servicios profesionales de contabilidad e intereses sobre deudas a largo plazo.
- 

#### **4.3.2.5 Periodo de Repago**

Luego de evaluar los resultados de las operaciones y establecer los parámetros para una operación de producción de lechuga en hidropónicos, se puede determinar que el periodo de repago de las operaciones analizadas en el estudio es el siguiente;

Inversión Total:       **\$59,505**

Ganancia Neta por Siembra:       **\$940**

Siembras por Año: **11**

#### **Cálculo del Periodo de Repago**

Inversión Total:	<b><u>\$59,505</u></b>
Ganancia Neta (por Año):	<b>\$10,340</b>
Periodo de Repago (inversión):	<b>5.75 Años</b>

Basado en la inversión necesaria para la operación y en los rendimientos netos de la actividad de producción, a una empresa de lechuga en hidropónicos le puede tomar 5.75 años en recapitalizar su inversión inicial totalmente. Esto representa un rendimiento anual sobre la inversión de un 17%.

Tal y como se presenta el análisis de los resultados, las operaciones de lechuga en hidropónicos demuestran viabilidad operacional y financiera para los productores de la industria.

### **4.3.3 Cilantrillo**

Económicamente, el cilantrillo es la hortaliza aromática más importante para el sector agrícola en Puerto Rico. Esto quedó evidenciado con una producción aproximada de 49,723 quintales para el año fiscal 2006-2007 y un valor estimado en el mercado de \$4.6 millones. Como resultado de esta actividad, el cilantrillo se ubicó como el tercer cultivo de mayor importancia en la categoría de hortalizas y legumbres para la isla (Departamento Agricultura 2008).

Las importaciones del cilantrillo, para el año fiscal 2006-2007 se estimaron en aproximadamente 520 quintales y su consumo per cápita es de alrededor de 1.2 libras (Parés 2007).

Para este cultivo se analizaron 14 operaciones de producción en hidropónicos para el periodo comprendido entre el 1 de enero al 31 de diciembre de 2008. Se recopilaron datos correspondientes al inventario de los activos operacionales de las empresas, sus costos de producción y la capacidad de producción y ventas para el periodo.

Por la limitación con dos de los operadores del estudio en cuanto a la recopilación de toda la data financiera correspondiente, sólo se utilizaron los resultados de 12 operaciones para este análisis.

#### **4.3.3.1 Inversión en Propiedad, Planta y Equipo**

La inversión en activos fijos para una operación de cilantrillo en hidropónicos es idéntica a la que se utiliza para producir la lechuga, la cual esta caracterizada por el uso de un sistema tradicional NFT.

Similar a la lechuga, en la evaluación de las operaciones en cilantrillo se identificó que un 63% de la inversión inicial para los proyectos se destina para la construcción de los activos de planta y en promedio un 25% es utilizado para proveer de materiales y equipo a las facilidades físicas de la operación.

En lo concerniente a la producción de cilantrillo, se evaluaron 2 operaciones que en su consumo energético, dependen en un 100% de energía generada del Sol. Estas incorporaron en sus operaciones sistemas de energía renovable, que utilizan “celdas” ó “paneles” fotovoltaicos mediante los cuales se captan fotones de luz solar y se genera energía que es almacenada en baterías. Se estimó que el costo promedio por cada 100 Watts de capacidad energética en estos sistemas es de (\$1,540) incluyendo el equipo y la instalación. Basado en estos parámetros se cálculo que para una operación en cilantrillo de 3,500 pies cuadrados se necesita una capacidad de 650 Watts a un costo aproximado de (\$10,000).

Tras analizar estas (2) operaciones en términos del costo total del sistema y el ahorro en gastos de energía eléctrica, se determinó que en promedio estos productores generaron economías en electricidad de (\$2,940) por año, para una operación de 100' x 35'.

Al considerar estos ahorros en energía como una forma de repago por la inversión en el sistema, tenemos un periodo de repago aproximado de 3.4 años.

La Tabla 17 muestra un análisis detallado para la inversión inicial en propiedad, planta y equipo necesario de una operación de cilantrillo en hidropónicos en una estructura de 100' x 35'.

Tabla 17. Inversión en Propiedad, Planta y Equipo Promedio, para una (1) Operación de 100' x 35' de Cilantrillo en Hidropónicos

<b>Inversión en Propiedad, Planta y Equipo Promedio, para una (1) Operación de 100' x 35' de Cilantrillo en Hidropónicos <sup>1</sup></b>		<b>Costo "Valor" (\$)</b>
<b><u>Propiedad</u></b>		
Terreno <sup>2</sup>		
1/4 Cuerda (10,500 p <sup>2</sup> )	7,000	
<b>Total Propiedad</b>		<b>\$ 7,000</b>
<b><u>Planta</u></b>		
Estructura (100' x 35') <sup>3</sup>	13,000	
(1) Almacén y Área de Empaque (20' x 20') <sup>4</sup>	7,000	
Pozo de Agua <sup>5</sup>	17,500	
<b>Total Planta</b>		<b>\$ 37,500</b>
<b><u>Equipo</u></b>		
(4) Mesas 95' x 5' con Sistema de Riego (NFT)	8,000	
(1) Generador Eléctrico (5,000 Watts) <sup>6</sup>	3,000	
(4) Tanques Cisterna (250 Galones)	800	
(4) Bombas de Agua	480	
(1) Medidor de Conductividad Eléctrica	225	
(1) Unidad de Enfriamiento (Nevera)	750	
(2) Mesas Empaque 10' x 2' (acero inoxidable)	1,000	
(1) Mueble con Fregadero	450	
(1) Balanza Electrónica	300	
<b>Total Equipo <sup>7</sup></b>		<b>\$ 15,005</b>
<b>Costo Promedio Total (Inversión) en Propiedad, Planta y Equipo</b>		<b>\$ 59,505</b>

- 
1. El análisis de Inversión en Propiedad, Planta y Equipo está basado en los resultados promediados de 12 productores para una (1) operación con tamaño de 100' pies de largo por 35' pies de ancho con los usos y requerimientos esenciales para su funcionamiento.
  2. En los sectores agrícolas analizados en la investigación se determinó un valor en el mercado promedio por cuerda de terreno de \$10,000. El valor de la propiedad ó terreno se basó en asignar un área de un cuarto (1/4) de cuerda por \$2,500 para el establecimiento de las estructuras. Los otros \$4,500 corresponden a un estimado del costo para preparar el terreno, esto puede incluir; operador de maquinaria y materiales como relleno o piedra para nivelar el terreno o habilitar caminos.
  3. El umbráculo incluye los materiales del armazón o estructura, tales como; tubos galvanizados, sarán o malla de sombra, plástico transparente de polietileno con filtro ultravioleta y la mano de obra e instalación. El tipo de estructura utilizada para el cultivo de cilantrillo en hidropónicos requiere de menos material y labor, esto debido a que a diferencia de aquellas utilizadas para el tomate estas no necesitan reforzamiento adicional para soportar cargas.
  4. Este almacén es una combinación de materiales como; piso en concreto, armazón de columnas y vigas en acero y cubierta superior y lateral de paneles o planchas de zinc galvanizado.
  5. Este es el costo promedio de la mayoría de los pozos hincados en proyectos de producción hidropónica. Sin embargo, este costo dependerá en gran medida de la profundidad a la cual se identifique el suministro de agua. Aunque aquí está contemplado dicho costo para la operación, debemos considerar que estas fincas poseen operaciones diversas con muchas categorías de productos y no significa que por el establecimiento de un umbráculo de 100'x35' para producir cultivos hidropónicos sea necesario hacer esta inversión, por el contrario se pueden considerar otras fuentes de agua.
  6. La mayoría de los productores (10 de 12) dependen del sistema de energía público de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) y poseen generadores eléctricos como fuentes de energía alterna en casos de emergencia. Sin embargo, dos (2) de estos productores han incorporado sistemas de celdas fotovoltaicas que generan energía a partir de la radiación solar a un costo promedio de \$10,000 por cada 650 Watts de capacidad energética.
  7. En el valor total del equipo para la operación, no se considero el costo de un medio de transporte para los materiales y los productos para la venta, esto se debe a que la mayoría de los productores utilizan sus vehículos personales para llevar a cabo dichas tareas.
- 

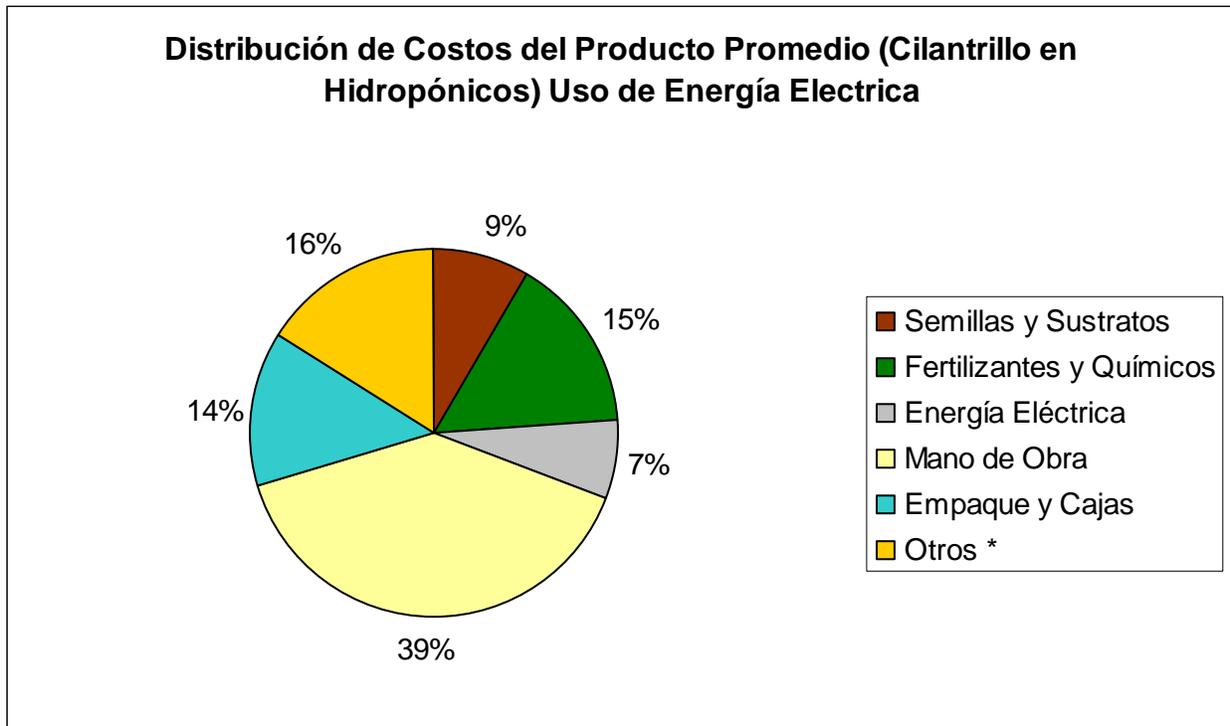
#### **4.3.3.2 Costo del Producto**

En términos generales el análisis de costos para las operaciones de cilantrillo, demostró resultados satisfactorios en cuanto a la producción y a la utilización óptima de los recursos por el productor.

Las Figuras 27 y 28 presentan una distribución en forma de porcentajes para los principales renglones de consumo en la producción de cilantrillo en hidropónicos. Para propósitos de este análisis se segregaron los resultados para las operaciones que utilizan el sistema de energía convencional y las que dependen en un mayor grado del sistema de energía solar.

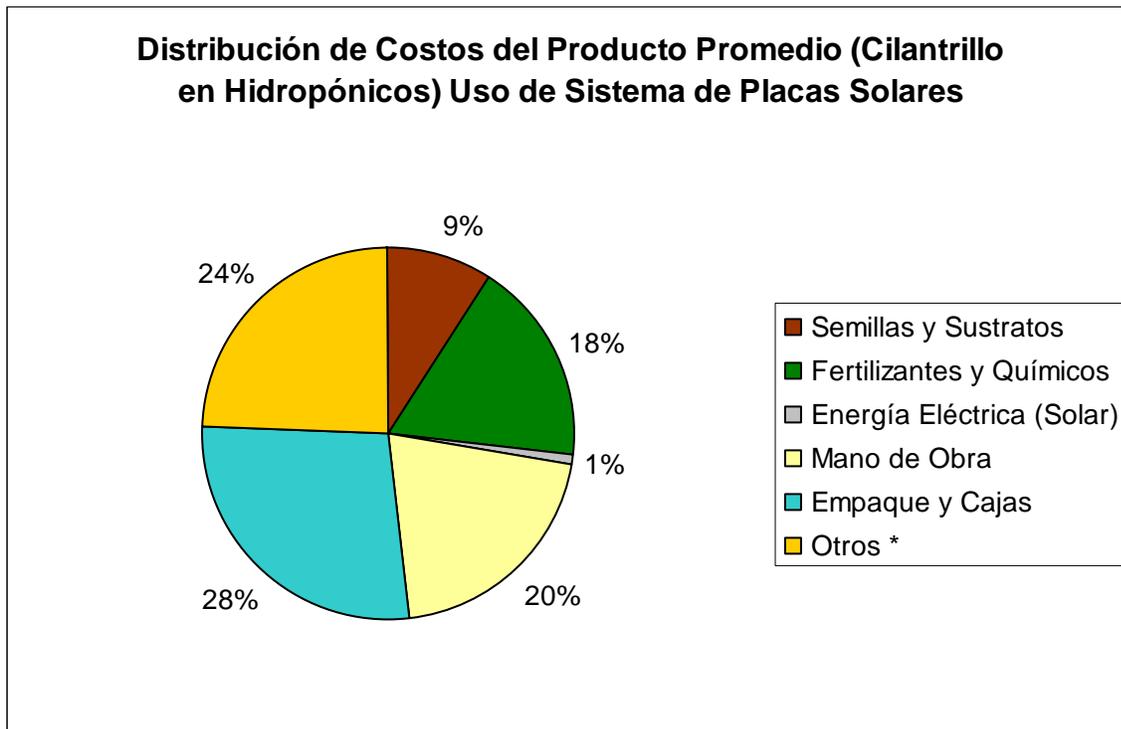
Tras analizar la estructura de los costos operacionales para estas empresas, se identificó que para el cultivo del cilantrillo entre un 48% y un 53% de los costos totales del producto son por concepto de mano de obra y empaques y cajas. Esto fue consistente con los resultados obtenidos para la lechuga, que en promedio totalizaron un 56% de los costos totales de producción.

Figura 27. Distribución de Costos del Producto Promedio (Cilantrillo en Hidropónicos) Uso de Energía Eléctrica



\* En la categoría de otros se incluye el prorrateo sistemático de los costos indirectos de manufactura que no abarcan el desembolso de efectivo, tales como; depreciación de planta y equipo y vehículos de motor. También se incluye el costo de agua para aquellos proyectos que no poseen instalaciones de pozo y cualquier otro costo misceláneo e imprevisto, necesario durante el transcurso normal de la operación.

Figura 28. Distribución de Costos del Producto Promedio (Cilantrillo en Hidropónicos) Uso de Sistema de Placas Solares



\* En la categoría de otros se incluye el prorrateo sistemático de los costos indirectos de manufactura que no abarcan el desembolso de efectivo, tales como; depreciación de planta y equipo y vehículos de motor. También se incluye el costo de agua para aquellos proyectos que no poseen instalaciones de pozo y cualquier otro costo misceláneo e imprevisto, necesario durante el transcurso normal de la operación.

Los costos por fertilización y productos químicos en el cilantrillo, fueron ligeramente más altos que los obtenidos en la producción de lechuga. En el análisis que se efectuó para ambos cultivos se identificó que el cilantrillo en términos generales puede ser más vulnerable que la lechuga al ataque de una serie de plagas y enfermedades (p.e *Fungus gnat*), las cuales pueden afectar severamente los resultados de las operaciones.

El costo por consumo energético para la producción de cilantrillo con sistemas de energía convencional, fue de aproximadamente un 7% del costo total del producto. Para aquellos productores que han incorporado la utilización de energía renovable mediante el uso de placas solares, el costo energético promedio representó tan sólo un

1%, lo cual sugirió un 6% menos del costo total del producto en gastos por consumo de energía eléctrica.

Al analizar el costo por unidad para el cilantrillo, también se tomó en cuenta el efecto directo del sistema de energía utilizado por los productores. Las operaciones que basan su consumo en el sistema de energía convencional obtuvieron en promedio un costo de (\$0.43) por el mazo de una cuarta de libra, mientras que aquellos que incorporaron los sistemas de placas solares, lograron un costo por cuarta de libra de (\$0.18).

En las Figuras 29 y 30 se ilustran los costos unitarios para el cilantrillo en hidropónicos. Aquí se demuestra que el costo por unidad promedio para las operaciones con sistemas de placas solares fue menos de la mitad, un 42% del costo obtenido por las operaciones con el sistema de energía convencional.

Figura 29. Costo por Unidad de Producción (1/4 Libra), Cilantrillo en Hidropónicos (Energía Eléctrica)

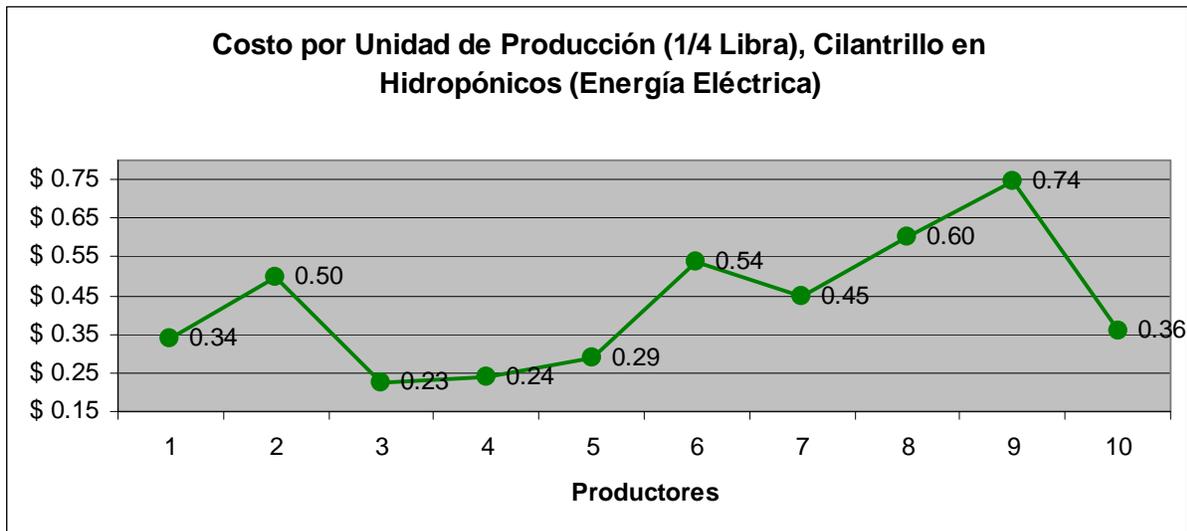
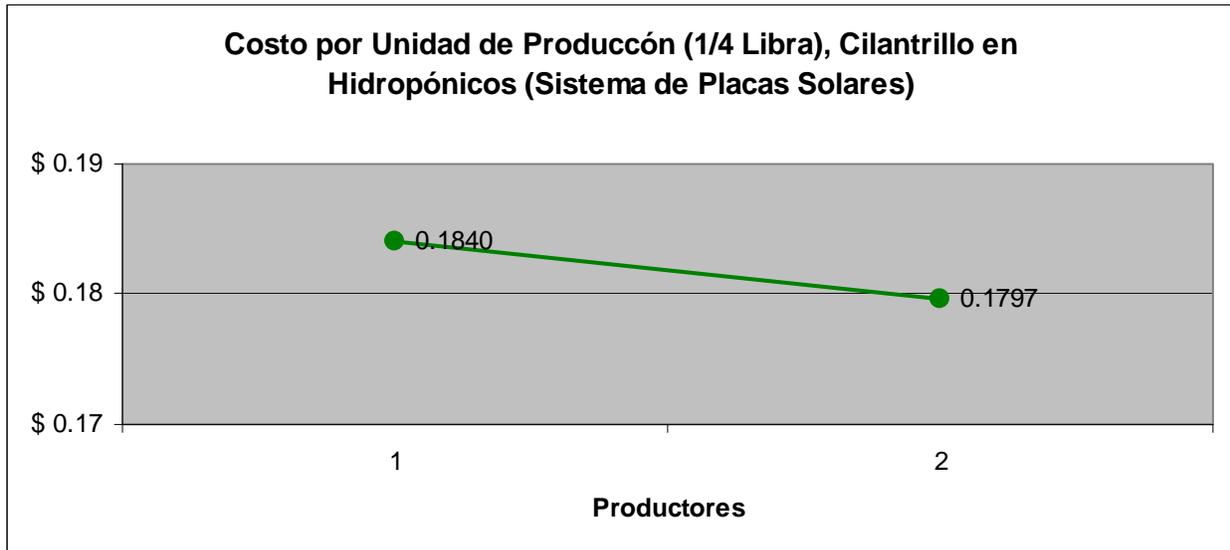


Figura 30. Costo por Unidad de Producción (1/4 Libra), Cilantrillo en Hidropónicos (Sistema de Placas Solares)



#### 4.3.3.3 Efectivo y Cuentas por Cobrar

Los productores de cilantrillo en hidropónicos al igual que los de lechuga, tienen una buena capacidad para completar sus ciclos de ingresos. Como resultado, la mayoría de estos productores también han logrado posiciones privilegiadas en cuanto a la liquidez de sus empresas.

Un hallazgo importante del análisis sugirió que alrededor de un 75% de los productores de cilantrillo en hidropónicos, poseen posiciones de efectivo saludables que en promedio fluctúan en un 76% con relación a sus gastos operacionales por mes.

La Figura 31 presenta la proporción de efectivo promedio disponible con relación al costo total por siembra de cilantrillo.

Figura 31. Proporción de Efectivo Disponible Promedio a Costo Total del Producto (Cilantro en Hidropónicos)

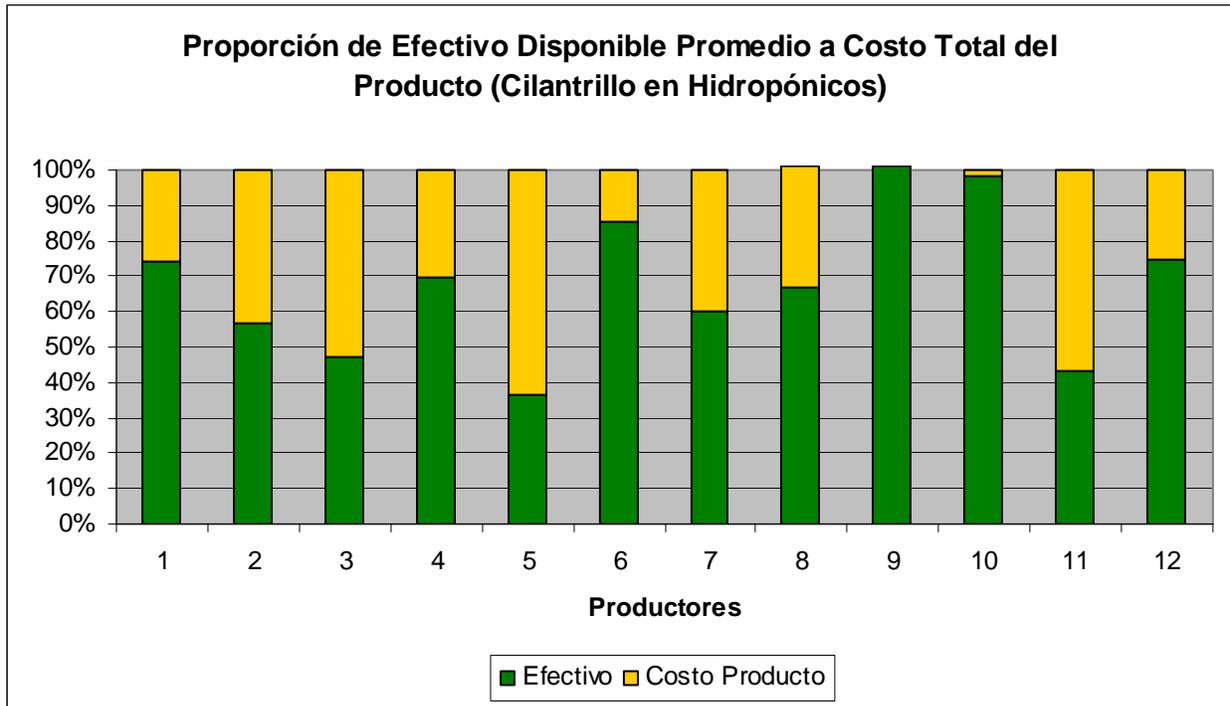
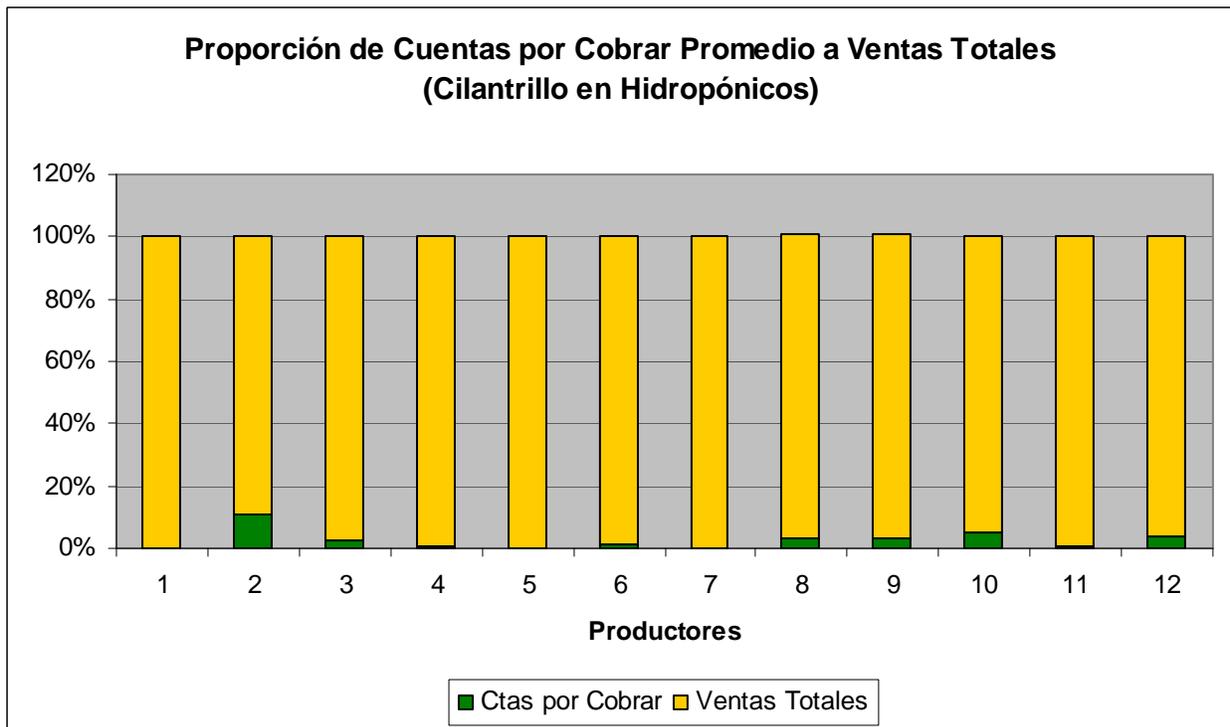


Figura 32. Proporción de Cuentas por Cobrar Promedio a Ventas Totales (Cilantro en Hidropónicos)



En términos de las cuentas por cobrar para las empresas, se observó una tendencia muy parecida para las operaciones de producción de cilantrillo con las de lechuga en hidropónicos. En términos generales los productores de cilantrillo tuvieron en promedio, un (3%) de sus ventas totales a crédito, con términos de cobro de 30 días. La experiencia de estos productores ha sido muy positiva, ya que poseen una mayor disponibilidad de dinero para cubrir los pagos por sus obligaciones y compromisos recurrentes y han logrado minimizar el riesgo que se asume por hacer ventas a crédito.

#### **4.3.3.4 Análisis de Ingresos y Gastos**

El análisis de ingresos y gastos para la producción de cilantrillo en hidropónicos, sugiere que este cultivo les provee ganancias moderadas a los productores en hidropónicos.

La Tabla 18 presenta un resumen de ingresos y gastos promediado para una siembra de cilantrillo en hidropónicos y los principales supuestos considerados en el análisis.

El precio del cilantrillo en hidropónicos para el mercado local se estima que fue de (\$0.59) por cuarta de libra al por mayor, para finales del año 2008. Basados en un costo promedio por cuarta de libra en el rango de \$0.34 a \$0.43 tenemos que los productores de este cultivo en hidropónicos tienen la capacidad de generar márgenes de ganancia bruta entre un 27% a un 42% del valor total de las ventas. En comparación con el cultivo de la lechuga, el rendimiento que provee el cilantrillo en hidropónicos es menor, esto basado en un precio por mazo menor que el del mazo de lechuga y en un costo por unidad que en promedio es más elevado.

Luego de evaluar los resultados de ingresos y gastos para las empresas productoras de cilantrillo y calcular un valor total estimado por siembra de \$2,030 en una estructura de 100' x 35', se determinó que la ganancia neta bajo los supuestos establecidos fue de aproximadamente \$680 ó un 34% del valor total de las ventas.

Tabla 18. Ingresos y Gastos Promedio (Año 2008), para una (1) Siembra de Cilantro en Hidropónicos (Umbráculo 100' x 35')

<b>Ingresos y Gastos Promedio (Año 2008), para una (1) Siembra de Cilantro en Hidropónicos (Umbráculo 100' x 35')<sup>1</sup></b>		
		<i>Dólares (\$)</i>
<b>VENTAS</b>		
Cilantro (1/4 libra) <sup>2</sup>	3,435	
Precio (1/4 libra)	\$ 0.59	
<b>VENTAS TOTAL</b>		<b>\$ 2,030.10</b>
<b>COSTO DEL PRODUCTO</b>		
<b><u>(Material Directo)</u></b>		
Semillas e Hidrodón	100.74	
Fertilizantes <sup>3</sup>	157.95	
Productos Químicos	62.21	
Empaque y Cajas	191.44	
<b>Material Directo Total</b>		<b>\$ 512.34</b>
<b><u>(Mano de Obra Directa)</u></b>		
Administradores (dueños)	80.98	
Empleados	347.59	
Beneficios a Empleados <sup>4</sup>	56.14	
<b>Mano de Obra Directa Total</b>		<b>\$ 484.70</b>
<b><u>(Costos Indirectos)</u></b>		
Depreciación <sup>5</sup>	203.12	
Electricidad	79.12	
Agua	9.56	
<b>Costos Indirectos Total</b>		<b>\$ 291.80</b>
<b>COSTO DEL PRODUCTO TOTAL</b>		<b>\$ 1,288.83</b>
<b>GANANCIA BRUTA</b>		<b>\$ 741.27</b>
<b>MARGEN GANANCIA BRUTA</b>	<b>37%</b>	
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS<sup>6</sup></b>		<b>\$ 57.48</b>
<b>INGRESO NETO</b>		<b>\$ 683.78</b>
<b>MARGEN DE GANANCIA NETA</b>	<b>34%</b>	

- 
1. El análisis de ingresos y gastos está basado en los resultados promediados de 10 productores para una (1) siembra de Cilantrillo en una estructura de 100' pies de largo por 35' pies de ancho en un intervalo de tiempo de aproximadamente un (1) mes.
  2. Las cuartas (1/4) de Cilantrillo producidas están basadas en un promedio de 3,435 unidades por estructura en un intervalo aproximado de un (1) mes ó 30 días.
  3. En el caso del cultivo de Cilantrillo en hidropónicos los costos por nutrición mineral se basan principalmente en la formulación de bases de N, P y K (11-11-40), en Nitrato de Calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) y en Sulfato de Magnesio ( $\text{MgSO}_4$ ).
  4. Los beneficios marginales a empleados están basados en la cantidad de 16.15%, lo cual incluye; Seguro Social y "Medicare", Desempleo y Corporación del Fondo del Seguro del Estado.
  5. Los costos de depreciación prorrateados a una siembra de un mes corresponden al deterioro normal de la planta y el equipo que incluyen; el umbráculo, los almacenes y el equipo que estos albergan. Por otro lado, se incluye el uso y deterioro normal de vehículos de motor para transporte de materiales y distribución de productos.
  6. Los gastos administrativos o del periodo que son incurridos en el transcurso normal de la operación del negocio sin importar los niveles de producción, corresponden principalmente a; licencias y permisos para el negocio, servicios profesionales de contabilidad e intereses sobre deudas a largo plazo.
- 

#### 4.3.3.5 Periodo de Repago

Tras evaluar los resultados de las operaciones y establecer los parámetros de una operación de cilantrillo en hidropónicos, se pudo determinar que el periodo de repago para las operaciones analizadas en el estudio es el siguiente;

Inversión Total:     **\$59,505**

Ganancia Neta por Siembra:     **\$680**

Siembras por Año:     **11**

### **Cálculo del Periodo de Repago**

Inversión Total:	<b><u>\$59,505</u></b>
Ganancia Neta (por Año):	<b>\$ 7,480</b>
Periodo de Repago (inversión):	<b>7.95 Años</b>

Basados en la inversión necesaria en activos de capital para su operación y en los rendimientos netos de la actividad de producción, a una empresa de cilantrillo en hidropónicos le puede tomar 7.95 años en recapitalizar su inversión inicial totalmente. Esto representa un rendimiento anual sobre la inversión de 12.5%.

Tal y como se presenta el análisis de los resultados, hay que destacar un buen potencial de rendimiento en la producción de este cultivo. Sin embargo, hay que considerar la posibilidad de lograr una mayor eficiencia en su producción bajo los sistemas hidropónicos.

## 5. Conclusiones

La realización de este estudio logró satisfacer nuestros objetivos investigativos de ampliar los conocimientos sobre la industria de producción hidropónica en el sector agrícola de Puerto Rico.

La hidroponía como técnica de producción agrícola ha demostrado ser exitosa en muchos países, tales como: Holanda, España, Canadá, Israel, Alemania, Australia y Estados Unidos, entre otros. Sin embargo, dicho éxito ha ido acompañado de la investigación y la experimentación necesarias para el desarrollo de estas industrias.

En Puerto Rico casi un 100% de los proyectos en hidroponía están dedicados a la producción de hortalizas de importancia económica, entre las cuales se destacan; el tomate, la lechuga, el cilantrillo, el recaó, el ají dulce y el pimiento.

En cuanto al perfil de los operadores, se reveló que el sector hidropónico cuenta con una población de productores de un alto nivel educativo, con aproximadamente un 96% de los entrevistados con al menos un grado asociado o un bachillerato. Además, se identificó que un 100% de los operadores se adiestraron en la técnica de producción hidropónica, lo que sugiere que el sector cuenta con productores preparados y concientes de los requisitos básicos para manejar eficientemente sus sistemas. Sin embargo, cuando consideramos la autosuficiencia de la actividad hidropónica para generar los ingresos necesarios para estos productores, sólo un 22% de estos ha logrado ser autosuficiente en la actividad. Esto demuestra que un alto porcentaje de estas empresas pueden estar confrontando problemas de eficiencia ó simplemente no han optado por incrementar su capacidad y aprovechar los beneficios de producir a una mayor escala.

En términos administrativos, se identificó que más de un 87% de las operaciones analizadas en el estudio, financió sus operaciones inicialmente con incentivos y préstamos provistos por el gobierno, el cual invirtió para la década del 2000 más de \$15 millones en ayudas para esta industria. Esto pone de manifiesto la alta dependencia de los operadores en los incentivos y el respaldo del gobierno y la falta de autonomía del agro empresario puertorriqueño para lograr uno mayores resultados basados en sus propios esfuerzos.

La mayoría de las empresas de producción hidropónica, cerca del 61%, están organizadas bajo estructuras corporativas, en comparación a un 4% de las operaciones agrícolas en Puerto Rico que opera bajo la entidad corporativa. Un hallazgo importante en cuanto a los controles administrativos para las operaciones consistió en que la mayoría de los operadores no se han puesto al día en el uso de las computadoras y la tecnología para sus empresas. En general sólo un 35% de estos han incorporado el uso de computadoras y programación para sus empresas. Sin embargo, en términos de las prácticas financieras alrededor del 74% de los entrevistados aseguró implementar medidas de contabilidad y registro, al menos manualmente. Respecto a este último punto, la dificultad que supuso la recolección de la información financiera, nos llevo a concluir que estas medidas de control financiero no son muy rigurosas y faltan a la organización propia de los sistemas de contabilidad y registro presentes dentro de una empresa.

Distinto a lo que muchos pueden creer, la hidroponía no ha resultado ser una panacea, ni mucho menos un sistema de producción agrícola totalmente exento de los problemas que suelen confrontarse en los sistemas de producción convencional. Por el contrario, para la muestra de operaciones en tomate, lechuga y cilantrillo que se analizó para el estudio, se identificó la presencia de problemas causados por insectos que generalmente afectan los cultivos no protegidos (p.e mosca blanca, áfidos y trípidos) y hongos asociados a los cultivos del suelo que incluyeron especies de los géneros; *Phytophthora*, *Phythium*, y *Fusarium*. Esto sugiere que aunque la producción bajo estos sistemas brinda unas ventajas y beneficios que ayudan a controlar y a reducir estos

efectos indeseados, será de vital importancia mantener un monitoreo constante y las medidas de limpieza necesarias que ayuden a evitar el ingreso de plagas y enfermedades al sistema de producción. En términos generales se identificó que el cultivo del tomate en hidropónicos es el más vulnerable a confrontar problemas asociados con plagas y patógenos, además de ser el que más labor y esfuerzo requiere por parte del operador. Esto si lo comparamos con la producción de la lechuga o el cilantrillo.

En la parte financiera se identificó que la producción en sistemas hidropónicos tradicionales requiere de una inversión considerablemente alta en activos fijos. Estas inversiones pueden fluctuar entre los \$60,000 a \$65,000 en una operación de 100' x 35'. Por lo regular, los costos más alto corresponden a la construcción de los umbráculos, los almacenes y las instalaciones de pozos de agua.

No es de dudar que los costos de producción en un sistema hidropónico sean más altos que los del sistema de producción convencional de hortalizas. Entre un 35% a un 50% de estos costos son incurridos en mano de obra directa para la producción, mientras que entre un 15% a un 20% son destinados para el uso de fertilizantes y productos químicos, los cuales suelen ser más costosos que aquellos utilizados en los sistemas de producción convencional. En el caso del tomate, el costo de producir una libra se aproxima a \$0.78, mientras que bajo un sistema de producción convencional el costo puede rondar en los \$0.30 por libra, lo cual representa menos de la mitad del costo que se incurre por producirlo hidropónicamente.

En términos de la capacidad de las operaciones para generar suficientes ingresos en efectivo, se identificó una alta eficiencia en la liquidez para las operaciones productoras de lechuga y cilantrillo en hidropónicos. Mensualmente estas empresas logran tener disponible en promedio, más del 50% del efectivo necesario para cubrir los gastos operacionales de sus siembras. Además, han logrado establecer sistemas en

los cuales logran vender la mayor parte de sus mercancías en efectivo y así fomentan una alta liquidez financiera.

A lo largo del análisis financiero, se obtuvieron resultados poco favorables con relación a los beneficios económicos de producir tomate en hidropónicos. Se identificó, que en adición a ser las operaciones con las inversiones más altas en activos y a que poseen en términos generales los peores resultados en cuanto a la liquidez y a la eficiencia para cobrar sus ventas, también producen los rendimientos económicos más bajos para los operadores. En términos de ingresos y gastos el productor de tomate tiene la capacidad de generar ganancias netas aproximadas a un 15% del valor de su producto. Sin embargo, esto representa una baja utilidad al considerar que es un cultivo con un largo periodo de producción y que requiere de un esfuerzo considerable por parte del operador.

Por su parte las operaciones de lechuga y cilantrillo presentaron unos rendimientos considerables a base de sus valores de producción. Para fines de este análisis, la lechuga producida hidropónicamente obtuvo los mejores resultados en términos de la eficiencia operacional, la liquidez y el rendimiento neto por cosecha, el cual se estimó en aproximadamente un 48%. Por el otro lado, el cilantrillo también produjo muy buenos indicadores de rentabilidad y eficiencia, con un potencial para generar ganancias netas de hasta un 34% del valor total de las cosechas. Basado en el análisis operacional y financiero de estas empresas se puede concluir que la lechuga y el cilantrillo producidos bajo este sistema brindan resultados satisfactorios para los productores y demuestran ser operacional y económicamente sustentables dentro de la industria de producción hidropónica.

## 6. Recomendaciones

Hay mucho trabajo por hacer y alternativas que se deben explorar para propiciar una actividad mucho más coherente y sustentable dentro de la industria. Existen muchas necesidades y circunstancias que atendidas de una manera inteligente y creativa, se pueden convertir en las fortalezas y oportunidades del futuro para el sector. A continuación discutimos varias de las estrategias que tienen como objetivo fomentar la eficiencia y el desarrollo de la industria de producción hidropónica.

En primer lugar, *el gobierno debe asumir un rol de facilitador y fiscalizador de recursos económicos, en lugar de ser un patrocinador de la alta dependencia de los operadores agrícolas.* A lo largo del desarrollo de la industria hidropónica, el Departamento de Agricultura ha invertido una cantidad substancial de fondos para crear empresas de producción y financiar el programa de núcleos. Sin embargo, en su papel de patrocinio desmesurado se ha convertido en un pobre fiscalizador al no garantizar que se utilice responsable y eficientemente las ayudas y los beneficios para la industria. Por esto es necesario que la política pública del gobierno vaya dirigida a brindar recursos de ayuda para los agro empresarios, con el fin de motivar el desarrollo para la industria y a su vez fomentar la creación de operaciones agrícolas *autosuficientes y menos dependientes.*

Va a ser fundamental, *la evaluación de las necesidades más apremiantes para la industria con el fin de fomentar la experimentación científica y la evaluación del funcionamiento de los sistemas, bajo las condiciones prevalecientes en Puerto Rico.* Actualmente, esto representa una limitación muy importante para la operación de los sistemas hidropónicos en Puerto Rico, ya que obliga al productor local a depender de experimentos conducidos bajo condiciones distintas a las nuestras que en muchas ocasiones son de poca aplicabilidad bajo nuestro entorno. Entre las áreas de mayor interés se encuentran; la identificación de las variedades de cultivo mejor adaptadas al trópico y sus rendimientos por unidad de espacio, la definición de prácticas de cultivo

más efectivas, y el desarrollo de estándares industriales para evaluar la eficiencia en el uso de la materia prima, la mano de obra y el espacio de producción de la manera más efectiva.

Es necesario *establecer una campaña educativa que dirija sus esfuerzos en establecer la diferenciación de los cultivos en hidropónicos de aquellos producidos convencionalmente*. Muy pocos consumidores conocen las diferencias de un producto agrícola elaborado bajo un sistema convencional y uno producido por un medio hidropónico. Cada día más y más personas se hacen concientes y más preocupadas por la elaboración y la calidad de los alimentos que consumen. Esto es una buena oportunidad de orientar al público sobre las bondades que envuelve el producir hortalizas bajo este sistema y establecer los beneficios que pueden producir sus consumos.

En conformidad con la estrategia anterior y como un esfuerzo de mercadeo para ampliar la base de consumidores potenciales, se deben *identificar nichos de mercado que enfoquen su atención en la calidad e inocuidad de los productos y alimentos que consumen*. Las hortalizas producidas bajo medios hidropónicos deben ser mercadeadas bajo un concepto de mayor calidad, sanidad, limpieza e inocuidad que satisfaga y haga sentir cómodo al cliente que está dispuesto a pagar un mayor precio por este producto. Es necesario abarcar el sector de tiendas de “alimentos saludables” “*healthfoods*” y restaurantes que brindan una gastronomía de alta calidad, con el fin de llegar hasta ese público.

Como una medida para acortar la distancia existente entre los productores y consumidores de hortalizas, sería muy conveniente *la creación de una infraestructura de comunicación, que se atempere al modo en que se hacen negocios en el presente siglo*. El agricultor puertorriqueño enfrenta un serio problema en lo correspondiente a mercadear y hacer disponible su producto en el mercado, lo cual han aprovechado muy bien los distribuidores e intermediarios al generar ganancias sustanciales por el trabajo

del agricultor. La creación de una red comercial de comunicaciones, en la cual los productores y los compradores puedan negociar directamente la compra y venta de mercancía y el precio y los términos de las transacciones, puede generar una mayor eficiencia en la actividad operacional, sirve para promover el que se brinden precios más competitivos tanto para el mayorista como para el consumidor y para fomentar el desarrollo de prácticas “justo a tiempo” “*Just in Time*” (en inglés), en la cual los productos se hacen disponibles en las cantidades necesarias y en el momento en que así lo requieren los compradores y consumidores. Esta infraestructura de comunicación puede consistir de un sitio en la Red en donde los productores y compradores se registren y los productores puedan colocar ofertas de su producción y los compradores puedan hacer órdenes de compra directamente con el suplidor de la mercancía.

Los retos que enfrenta el productor agrícola ante los cambios y las necesidades que han surgido a través del tiempo, obligan a la experimentación con nuevas formas y métodos que generen eficiencia en la actividad de producir alimentos. En esta dirección se plantea como una alternativa, *desarrollar un plan piloto en el que se evalúe la efectividad del uso combinado de un sistema acuícola para la producción y crianza de peces junto a uno hidropónico.*

En muchos estados de la nación americana se ha investigado exhaustivamente el uso de los sistemas hidropónicos para detoxificar las aguas en la producción acuícola de peces y a su vez reciclar estos nutrientes para producir cultivos en hidropónicos (Holliman, et. al. 2008, Diver 2006, Adler et. al. 2000). Los resultados han sido exitosos y ha quedado demostrado el beneficio económico y operacional que puede producir la combinación de ambos sistemas. En este caso la hidroponía adquiere una función alterna que añade valor a otro proceso de producción agrícola.

Por último, cabe señalar el beneficio económico y para promover prácticas amigables con el medioambiente que puede producir *la Incorporación de sistemas de energía renovable.* La experiencia obtenida a través de la investigación reveló que 2

empresas productoras de cilantrillo que generan su energía a partir del Sol, redujeron en promedio sus costos de producción en un 58%. El Sol es una fuente de energía gratuita y utilizado para producir energía eléctrica le puede brindar economías y eficiencia a los productores de hortalizas en hidropónicos.

## 7. Bibliografía

Adler P. R., Jayson K. Harper, Fumiomi Takeda, Edward M. Wade y Steven T. Summerfelt 2000. **Economic Evaluation of Hydroponics and Other Treatment Options for Phosphorus Removal in Aquaculture Effluent.** HortScience Magazine, Volume 35(6), October 2000, Págs. 993-999.

Almodóvar W. I. 1999. **Clinica al Día: Enfermedades del Cilantrillo.** Servicio de Extensión Agrícola (SEA), Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.

Almodóvar W. I. 1998. **Clinica al Día: Enfermedades de los Hidropónicos.** Servicio de Extensión Agrícola (SEA), Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.

Alvarado D., Francisco Chávez y Karolien Anna 2001. **Seminario de Agronegocios: Lechugas Hidropónicas.** Universidad del Pacífico, Facultad de Administración y Contabilidad, Lima, Perú.

Armstrong A., Irma Cabrera y Evelyn Rosa 2007. **Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate de Ensalada: Insectos y Enfermedades.** Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Págs. 58-77.

Autoridad de Energía Eléctrica 2000. **Servicio General a Distribución Secundaria y Servicio Agrícola General y Bombas de Acueductos Operadas por Comunidades Rurales.** Oficina de Prensa. Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Págs. 8-9, 57-58.

Blancard D., Hervé Lot y Brigitte Maisonneuve 2005. **Enfermedades de las Lechugas: Identificar, conocer, controlar.** Ediciones Mundi-Prensa, edición española, Madrid, España.

Bosques, J. H. 2006. **Del Entretenimiento a Comercial; Compartiendo Nuestra Experiencia con los Hidropónicos.** The Growing Edge Magazine, Volume 18, Number 1, September/October 2006, Págs. 31-33.

Caldeyro M. 2004. **La Hidroponía Simplificada como Tecnología Apropriada, para implementar la Seguridad Alimentaria en la Agricultura Urbana.** Asociación Uruguaya de Hidroponía (ASUDHI), Montevideo, Uruguay.

Caraballo E. 2005. **El Cultivo Hidropónico Utilizando tubería PVC.**\_Servicio de Extensión Agrícola (SEA), Cayey, Puerto Rico.

Centro de Desarrollo Económico (CDE) 2006. **Como Iniciar, Desarrollar y Administrar un Negocio Pequeño en Puerto Rico.** Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Págs. 109 – 113.

Chávez R. 2006. **Valor Neto de Reposición de Invernaderos; Capítulo 3: Clasificación y Características de los diferentes tipos de Invernaderos.** Instituto Nacional de Valuación Agropecuaria y Forestal (INVAF AC), Veracruz, México. Págs. 14-41.

Comas M. y Melvin Irizarry 2007. **Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate de Ensalada: Presupuesto Modelo.** Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Págs. 117-120.

Crespo, M. y Jayson Parés 2007. **Situación Empresa de Hortalizas – Presentación Situación en Hidropónicos (PowerPoint)**. Oficina de Reglamentación y Promoción de la Industria de Hortalizas de Puerto Rico (ORPH), Departamento de Agricultura de PR.

Curbelo, P. S. 2006. **Cultivos de Agua**. Agrotemas de Puerto Rico, 14 de noviembre de 2006, Arecibo, Puerto Rico.

David F. R. 2001. **Strategic Management: Concepts & Cases**. Prentice-Hall, 8th edition. Upper Saddle River, New Jersey.

Departamento de Agricultura de PR, 2009. **Informe de Proyectos Aprobados por Sector Agrícola Programa de Infraestructura Agrícola**. Programa de Infraestructura Agrícola, Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

Departamento de Agricultura de PR, 2008. **Ingreso Bruto de la Agricultura de Puerto Rico 2006-2007 y 2007-2008**. Oficina de Estadísticas Agrícolas, Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

Departamento de Agricultura de PR, 2001. **Cosecha del Futuro**. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

<http://www.agricultura.gobierno.pr> (Publicaciones)

Departamento de Hacienda y Departamento de Agricultura de PR, 2000. **Reglamento Sobre la Ley de Incentivos Contributivos Agrícolas de Puerto Rico**. Biblioteca Legislativa, Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

Díaz J. R. 1998. **Alternativa para Hacer Negocios Agrícolas**. Servicio de Extensión Agrícola, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.

Diver S. 2006. **Aquaponics: Integration of Hydroponics with Aquaculture.** ATTRA, National Sustainable Agriculture Information Service, National Center for Appropriate Technology (NCAT), Fayetteville, Arkansas.

<http://www.attra.org/attra-pub/PDF/aquaponic.pdf>

Flórez M. T. 2009. **Perfil y Características Económicas y Sociales de las Empresas de Plantas Aromáticas y Medicinales de Puerto Rico Para el Año 2007.** Tesis M.S. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.

Hassall y Asociados 2001. **Hydroponics as an Agricultural Production System, a report for the Rural Industries Research and Development Corporation, Barton, Australia.** Practical Hydroponics & Greenhouses Magazine, Issue 63, March/April – 2002.

Holliman J. B., J. Adrian and J. A. Chappell 2008. **Integration of Hydroponic Tomato and Indoor Recirculating Aquacultural Production Systems: An Economic Analysis.** Alabama A&M University and Auburn University

Ilaslan, G., G. B. White y R. W. Langhans 2002. **Insights into the Economic Viability of a New (CEA) System Producing Hydroponic Lettuce.** Department of Applied Economics and Management, Cornell University, Ithaca, New York.

Irizarry E. A. y Ruben Pérez 2008. **Estimado de Costo Mesa Hidropónico con Tanque de Agua.** Servicio de Extensión Agrícola, Oficina de Ingeniería Agrícola y Biosistemas, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.

Kieso D. E. and Jerry J. Weygandt 1998. **Intermediate Accounting.** John Wiley & Sons, Inc, 9th edition. Toronto, Canada.

López H. 2008. **Estimado de Costo para Vivero de Arcos Múltiples.** Servicio de Extensión Agrícola, Oficina de Ingeniería Agrícola y Biosistemas, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.

Martínez, S. L. 2007. **Informe Anual de la Empresa de Hortalizas del Colegio de Ciencias Agrícolas: Año Fiscal 2006-2007.** Oficina de Investigación Estación Experimental Agrícola (EEA), Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.

Núñez E. 1989. **Plantas Medicinales de Puerto Rico. Folklore y Fundamentos Científicos.** Editorial de la Universidad de Puerto Rico.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2003. **El estado de la Inseguridad Alimentaria en el mundo.**

Ott, R. L. y M. Longnecker, 2001. **An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis.** 5ta. Ed. Pacific Grove (CA): Duxbury.

Padúa, J. 1993. **Técnicas de Investigación aplicada a las Ciencias Sociales.** Fondo de Cultura Económica, México, Pág. 32.

Parés, J. 2007. **Hidroponia**. Oficina de Reglamentación y Promoción de la Industria de Hortalizas de Puerto Rico. Departamento de Agricultura de PR.

[http://www.industriadehortalizapr.com/pages/hidroponia\\_puertorico.htm](http://www.industriadehortalizapr.com/pages/hidroponia_puertorico.htm) (ORPH)

Peña, J. G. 1991. **Greenhouse Vegetable Production Economic Considerations, Marketing and Financing**. Extension Economist Management, Texas Cooperative Extension, Texas.

Resh, H. M. 2001. **Cultivos Hidropónicos: Nuevas técnicas de producción**. Ediciones Mundi-Prensa, 5ta Edición, Madrid, España.

Sandoval C. 2004. **Manual Técnico: Manejo integrado de Enfermedades en cultivos hidropónicos**. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Chile & Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

Seavert C., Robert McReynolds, Chip Bubl, Nick Andrews y Jenny Freeborn 2007. **Enterprise Budget: Leaf Lettuce, Conventional, Fresh Market, Willamette, Valley Region**. Oregon State University, Extension Service.

Selltiz, C. y M. Jahoda 1970. **Métodos de investigación en las relaciones sociales**, 4ta edición. Editorial RIALP Madrid, España, Págs.67-70.

Vega J. I. y J. M. Romaguera 1995. **Ponencia: II Mesa Redonda en la Formación y Desarrollo de Pequeñas Empresas y IX Congreso Latinoamericano Sobre Espíritu Empresarial (Los Dueño de Pequeñas y Medianas Empresas en Puerto Rico: Características y Necesidades)**. Centro de Desarrollo Económico (CDE), Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.

United States Department of Agriculture 2009. **Census of Agriculture 2007 Puerto Rico: Island and Municipio Data Volume 1 • Geographic Area Series • Part 52.** February 2009. National Agricultural Statistics Service (NASS).  
[http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Full\\_Report/Outlying\\_Areas/prv1.pdf](http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Full_Report/Outlying_Areas/prv1.pdf)

Wheeling B. M. 2008. **Introduction to Agricultural Accounting.** Thomson Delmar Learning Center. Clifton Park, New York.

## 8. Apéndices

### A. Carta Enviada a los Directores de los Núcleos de Producción



**Departamento de Horticultura**  
Colegio de Ciencias Agrícolas  
Universidad de Puerto Rico  
Recinto Universitario de Mayagüez



**Department of Horticulture**  
College of Agricultural Sciences  
University of Puerto Rico  
Mayagüez Campus

20 de noviembre de 2008

Sr. José Rivera  
Director  
Organización de Productores Comerciales en  
Hidropónicos de Puerto Rico, Inc.

Estimado señor Rivera:

El estudiante, Juan Javier Llanos está cursando estudios graduados en el Departamento de Horticultura, Recinto Universitario de Mayagüez, y se encuentra trabajando en la investigación requerida para obtener el grado de maestría en ciencias. Esta investigación es supervisada por el Dr. Feiko H. Ferwerda, el Prof. Melvin Irizarry Jusino y la Profa. Madeline Mendoza.

El Sr. Juan Javier Llanos tiene el interés de llevar a cabo un estudio operacional y análisis financiero del sector hidropónico en Puerto Rico. Para poder llevar a cabo el mismo, es necesario administrar un cuestionario de entrevistas directas con los productores en hidropónicos.

Autorizamos al estudiante a administrar el cuestionario diseñado para esta investigación. La participación en este estudio es libre, voluntaria y la información obtenida en el mismo será manejada con confidencialidad. Exhortamos a brindarle la cooperación y el apoyo necesario a este estudiante para que pueda llevar a cabo con éxito su investigación.

Cordialmente,

Miguel A. Muñoz Muñoz  
Director Interino

## B. Carta Para Solicitar Información al Programa de Infraestructura Agrícola

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGUEZ  
CALL BOX 9000  
Mayagüez, PR. 00681-9000  
Colegio de Ciencias Agrícolas

Departamento de Cultivos y Ciencias  
Agroambientales



UNIVERSITY OF PUERTO RICO  
MAYAGUEZ CAMPUS  
CALL BOX 9000  
Mayagüez, PR. 00681-9000  
College of Agriculture Sciences

Department of Crops and  
Agro-Environmental Sciences

14 de septiembre de 2009

Agro. Inés Zea Aponte  
Gerente  
Programa de Infraestructura e Inversiones Agrícolas  
Apartado 9745  
Santurce, PR 00908

Estimada Agrónoma Aponte:

Por este medio solicitamos de usted su colaboración mediante petición formal de información a ser utilizada en la investigación del estudiante graduado Juan J. Llanos, quien cursa su último semestre en el Programa de Horticultura, del Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales.

El Sr. Juan J. Llanos se encuentra realizando una investigación sobre aspectos operacionales y financieros del sector de cultivos en hidropónicos para su tesis de maestría. Es por esto que necesita información relacionada con datos históricos y estadísticas que logren establecer estimados sobre la inversión realizada por el programa que usted dirige, en proyectos de cultivos en hidropónicos para producir hortalizas (vegetales). Además, si dentro de esta información hay figuras sobre la cantidad de casos trabajados y aprobados; y los requisitos que deben cumplir los agricultores para ser recipientes de este tipo de ayuda, le agradeceré pueda proveer dicha información al estudiante.

De ser esto viable, en la parte inferior de esta carta se incluye la información personal de contacto de tal forma que la persona que usted designe para estos propósitos pueda comunicarse con el Sr. Llanos. Muchas gracias por su atención al respecto.

Cordialmente,

Aristides M. Armstrong  
Director Asociado

Tel. (casa): (787) 755-4790  
(cel): (787) 362-8320

Correo Electrónico: [javier81pr@yahoo.com](mailto:javier81pr@yahoo.com)

Dirección Postal: Ext. Villa Capri 18  
Calle Perugia  
San Juan, PR 00924-5060

PATRONO CON IGUALDAD DE OPORTUNIDADES EN EL EMPLEO - M/F/V/I

AN EQUAL OPPORTUNITY EMPLOYER - M/F/V/H

## C. Carta Para Solicitar Información a la Autoridad de Energía Eléctrica

martes 3 de noviembre de 2009

Sr. Juan J. Llanos Benítez  
Ext. Villa Capri #18  
Calle Perugia  
San Juan, PR 00924-5060  
Tel: (787) 362 – 8320, (787) 755- 4790  
Correo electrónico: [javier81pr@yahoo.com](mailto:javier81pr@yahoo.com)

Sr. Juan Padilla Robles  
Oficial de Programas  
Oficina de Prensa  
Autoridad de Energía Eléctrica

Estimado Sr. Padilla:

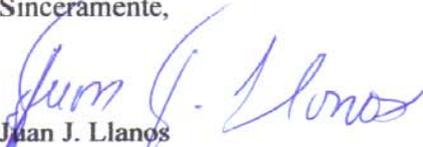
Saludos cordiales. Mi nombre es Juan J. Llanos (# est: 801-99-4309), estudiante del Programa de Maestría en Ciencias Agrícolas de la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. Actualmente me encuentro elaborando la tesis de mi investigación, titulada: *Estudio Operacional y Análisis Financiero de la Producción de Tomate, Lechuga y Cilantrillo en Sistemas Hidropónicos en PR*, lo cual es un requisito para obtener el grado de maestría.

En comunicación sostenida ayer en la tarde con la Sra. Nora Mercado, le solicite información sobre si existe alguna política pública de la Autoridad de Energía Eléctrica en beneficio del sector agrícola. Entiéndase, en la existencia de algunas tarifas especiales que incentiven la reducción de costos energéticos para los agricultores en las operaciones de producción agrícola. La Sra. Mercado indagó en el asunto y me informó que usted podía ayudarme con el mismo. Además, me solicito que hiciera una requisición escrita de información mediante carta dirigida a usted.

Esta información será utilizada con carácter exclusivo para la investigación de este servidor, con el fin de conocer las circunstancias actuales de la industria, las oportunidades potenciales para muchos agricultores y para hacer recomendaciones operacionales y administrativas para este sector. Agradeceré me pueda brindar toda la ayuda e información disponible al respecto.

De tener alguna duda o si interesa corroborar esta información se puede comunicar a la UPR Recinto de Mayagüez (**Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales**) Teléfono: 1 (787) 832-4040 ext. 2442, 3851 ó Teléfono directo: 1 (787) 265-3851. Gracias por su atención al respecto. En espera de su respuesta.

Sinceramente,

  
Juan J. Llanos

## D. Cuestionario Para las Entrevistas

### Cuestionario para documentar la situación de los productores en hidropónico

Fecha \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Caso # \_\_\_\_\_

#### I. Perfil y Experiencias del productor:

- A. Edad:**
- |            |             |
|------------|-------------|
| 1. 15 – 25 | 4. 46 – 55  |
| 2. 26 – 35 | 5. 56 – 65  |
| 3. 36 – 45 | 6. 66 ó más |
- 

- B. Sexo:**
- |              |             |
|--------------|-------------|
| 1. Masculino | 2. Femenino |
|--------------|-------------|
- 

#### C. Se adiestro usted en la técnica de cultivos hidropónicos:

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. Sí | 2. No |
|-------|-------|
- 

#### D. ¿Cuál fue el nivel educativo alcanzado por usted?

1. Nivel elemental (1ro – 6to grado)
  2. Nivel secundario (1ro – 9no grado)
  3. Nivel superior (1ro – 12mo grado)
  4. Grado Asociado o Bachillerato
  5. Estudios graduados (MA, MBA, MS, PhD)
- 

#### E. ¿En qué fuentes están basados sus conocimientos y educación en la técnica?

1. Prácticas con otros productores en hidropónicos
  2. Autodidacta (Estudio de libros y publicaciones)
  3. Adiestramientos y seminarios de escuelas agrícolas
- 

#### F. ¿Cuántos años de experiencia posee como productor de cultivos hidropónicos?

- |          |           |            |              |
|----------|-----------|------------|--------------|
| 1. 1 – 5 | 2. 6 – 10 | 3. 11 – 15 | 4. más de 15 |
|----------|-----------|------------|--------------|
- 

#### G. ¿A cuál Región Agrícola pertenece usted?

- |            |          |             |              |
|------------|----------|-------------|--------------|
| 1. Arecibo | 3. Lajas | 5. Mayagüez | 7. Naranjito |
| 2. Caguas  | 4. Lares | 6. Ponce    | 8. Utuado    |
- 

#### H. Su principal fuente de ingresos proviene de:

1. Operación de producción hidropónica
2. Otra actividad agrícola, mencione \_\_\_\_\_
3. Asalariado en actividad no agrícola, mencione \_\_\_\_\_



**B. Los derechos del productor sobre el uso de la finca y sus facilidades es:**

1. Como dueño de las mismas                      2. Como arrendatario bajo contrato

**C. Bajo que entidad jurídica lleva a cabo sus operaciones:**

1. Finca individuo “*dba*”                              4. Corporación familiar  
2. Sociedad    5. Otra, mencione \_\_\_\_\_  
3. Corporación
- 

**D. ¿Cuáles son las dimensiones (área) de lo siguiente?**

1. La totalidad de la finca \_\_\_\_\_  
2. El área de producción (siembra) \_\_\_\_\_
- 

**E. Mencione los cultivos que produce, el área destinada y sus periodos de producción [(t = para todo el año), (e, f, mz, ab, my, jn, jl, ag, s, o, n, d = para cada mes)].**

Cultivo	Cuerdas	ó	Pies <sup>2</sup>	Periodo
1. Tomate	a. _____		b. _____	c. _____
2. Pimiento	a. _____		b. _____	c. _____
3. Ají	a. _____		b. _____	c. _____
4. Lechuga	a. _____		b. _____	c. _____
5. Recao	a. _____		b. _____	c. _____
6. Cilantrillo	a. _____		b. _____	c. _____
7. Otros, _____	a. _____		b. _____	c. _____
8. _____	a. _____		b. _____	c. _____
9. _____	a. _____		b. _____	c. _____

---

**F. Seleccione las técnicas de cultivo hidropónico que emplea:**

1. Flujo Laminar (*NFT*)                              4. Acuapónicos  
2. Columnas Verticales                              5. Aeropónicos  
3. Inundación y Drenaje                              6. Bolsas con Riego por Goteo
- 

**G. ¿Qué tipo de infraestructura de producción utiliza en la operación?**

1. Umbráculos simples (Equipados con dispositivos mecánicos operados manualmente)  
2. Umbráculos tecnificados (Equipados con sensores, actuadores y computadoras)  
3. Hidropónicos a cielo abierto (Estructuras rústicas, poco equipo o ambientación)
- 

**H. ¿Qué fuente de agua utiliza para la producción hidropónica?**

1. Fuente de agua subterránea (pozo)  
2. Almacenamiento de agua de lluvia  
3. Servicio público (AAA)
-

**I. ¿Qué práctica describe mejor su fase de producción?**

1. Siembra perenne de monocultivos (mismo cultivo todo el año)
  2. Siembra intercalada por mesas (varios cultivos simultáneos)
  3. Rotación de cultivos periódicamente
- 

**J. ¿Qué problemas ha confrontado con sus prácticas de producción?**

1. \_\_\_\_\_
  2. \_\_\_\_\_
  3. \_\_\_\_\_
  4. \_\_\_\_\_
- 

**K. ¿Cómo ha solucionado estos problemas?**

1. \_\_\_\_\_
  2. \_\_\_\_\_
  3. \_\_\_\_\_
- 

**L. ¿Qué funciones describen mejor el desempeño del “Dueño” en la operación?**

1. Sólo gerente administrador (tomar decisiones operacionales y aspectos administrativos)
  2. Gerente administrador y productor de cosechas
  3. Algunas otras, indique \_\_\_\_\_
- 

**M. ¿Qué fuentes de información y herramientas de administración “si alguna” utiliza en el manejo de su negocio?**

1. Periódicos y publicaciones de la industria
  2. Servicios de información computadorizados
  3. Seminarios y adiestramientos (aspectos operacionales, administrativos y financieros)
  4. Consultores y Asesores (Servicios profesionales: agrónomos, contadores, abogados)
  5. No utilizo ninguna
  6. Otras, mencione \_\_\_\_\_
- 

**N. ¿Cuántos empleados tiene el negocio? (sin incluir el dueño)**

1. A jornada completa ( $\geq 40$  horas / semana): \_\_\_\_\_
  2. A jornada parcial ( $< 40$  horas / semana): \_\_\_\_\_
- 

**O. ¿Qué controles operacionales (producción) específicos pone en práctica?**

1. Itinerarios de siembra
  2. Programas para adiestrar al empleado
  3. Programa de manejo integrado de plagas
  4. Tecnología para condiciones controladas
  5. Medidas de control de calidad
  6. Otro, mencione \_\_\_\_\_
- 

**P. ¿Qué controles gerenciales y financieros específicos pone en práctica?**

1. Uso de computadoras y programación
  2. Programa de recursos humanos
  3. Proyecciones de producción y ventas
  4. Prácticas de contabilidad y registro
  5. Monitoreo y análisis de costos
  6. Presupuestos mensuales y anuales
  7. Otro, mencione \_\_\_\_\_
-

**Q. En que etapa puede definir usted que se encuentra su empresa:**

1. Inicio

2. Desarrollo

3. Madurez

---

**R. ¿Qué posicionamiento y competencias estratégicas proyecta para su empresa en el mediano y largo plazo (2-6 años)?**

1. Crecimiento y diversificación

3. Mantener su posición actual

2. Diferenciación (p.e. costos, servicio, procesos)

4. Otro, mencione \_\_\_\_\_

---

**S. Según la política pública de los núcleos, ¿Cuál ha sido su experiencia bajo estos?**

---



(Continuación parte A)

Dic-31-08  
(en \$)

**4. Propiedad Planta y Equipo**

**4a. Terreno (escoja lo que le aplique)**

**Costo o Valor en Mercado**  
Cuerdas (lo menor)

Propiedad del Dueño				
Arrendamiento de Capital				

**4b. Planta**

**Cantidad Tamaño Costo Fecha adquisición Vida Util**

Invernaderos						
Oficina administración						
Almacenes						

**4c. Equipo**

**Cantidad Tamaño Costo Fecha adquisición Vida Util**

**(invernadero)**

Mesas Producción						
Tanques de Agua						
Bombas de Agua						
Medidor de Ph						
Sistemas de Riego						

**(almacen) estime un valor total**

Herramientas				
--------------	--	--	--	--

**(oficina administración)**

Computadoras						
Programación						
Impresoras						
Mobiliario						
Otros equipos						

**(Vehículos Motor)**

Camiones, Guaguas						
Naturaleza Agrícola						

**4d. Total Propiedad, Planta y Equipo (sume todas las partidas a través de la 4a - 4c)**

--

**B. Pasivos**

**5. Deudas Corrientes**

5a. Salarios por pagar 

--	--

<b>Artículos</b>	<b>Términos para saldar (En Días)</b>	<b>Balance Pendiente de Pago</b>

5c. Total Compras a Crédito 

--	--

5d. Líneas y tarjetas de crédito 

--	--

**6. Deudas a Largo Plazo**

<b>6a. Préstamos (Tipo)</b>	<b>Monto Préstamos</b>	<b>Periodo de Repago (Años)</b>	<b>Tasa de Interés</b>	<b>Balance Adeudado (principal)</b>
Personales				
Comerciales				
Gobierno				

6b. Total Préstamos 

--	--

<b>6c. Préstamos hipotecarios (Sobre Bienes Raices)</b>	<b>Monto Préstamo</b>	<b>Periodo de Repago (Años)</b>	<b>Tasa de Interés</b>	<b>Balance Adeudado (principal)</b>

6d. Total Préstamos Hipotecarios 

--	--



**B. Costos del Periodo (Gastos Generales, Administrativos y de Ventas)**

**1. Salario**

	Cantidad	Salario / Mes	Total
Dueños-Administradores			
Secretarias			
Contador			
Agrónomos			
Trabajadores Producción			
<b>Salario Total por Mes</b>			

**2. Publicidad y Mercadeo**

--

**3. Beneficios Marginales e Impuestos de Nómina**

Personal Administrativo		
Trabajadores Producción		

**4. Gasto de Renta**

Arrendamiento Operacional		
Maquinaria & equipo de trabajo		

**5. Servicios Públicos**

Agua	% de consumo administrativo:	
Electricidad	% de consumo administrativo:	
Teléfono		
Servicio Internet		

**6. Pólizas de Seguros**

Responsabilidad Pública		
Propiedad		
Otras _____		
_____		

**7. Licencias y Permisos**

Patente Municipal		
Uso (Arpe)		
Depto. de Estado		
Otros, _____		

(Continuación parte B)

Total

**8. Servicios Profesionales**

Legales  
Contabilidad  
Limpieza  
Otros, \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_


**9. Materiales y Misceláneos**

Suministro de Oficina  
Herramientas pequeñas  
Reemplazos y repuestos


**10. Gastos de Depreciación**

Oficina Administrativa  
Vehículos de Motor  
Otros, \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_


**11. Intereses sobre Deudas**

Préstamos (pers, comer, agric)  
Préstamos Hipotecarios


**V. Producción y Ventas**

**Establezca un estimado prudente y razonable de la producción y las ventas de cultivos hidropónicos para el año 2008**

A. Cultivo Hidropónico	Unidad de Manejo		Unidades Producidas en:													
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic		
Tomate																
Pimiento																
Ají																
Lechuga																
Recao																
Cilantro																
Otros:																

B. Cultivo Hidropónico	Unidad de Manejo	Precio Unidad	Unidades Vendidas en:													
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic		
Tomate																
Pimiento																
Ají																
Lechuga																
Recao																
Cilantro																
Otros:																

**C. ¿Lleva usted a cabo alguna actividad de elaboración de algún producto considerada como un proceso de valor añadido?**

1. Sí, mencione \_\_\_\_\_
2. No

**D. ¿Mercadea usted la totalidad de su producción mediante los núcleos de producción agrícola ó utiliza otros intermediarios (inclusive, a través de sus propios esfuerzos)?**

1. Todo mediante el Núcleo
2. El Núcleo y otros intermediarios, ¿Cuáles? \_\_\_\_\_