

PROPUESTA PROTOTIPO DE PLANTA DE PRODUCCIÓN CON TÉCNOLOGÍA VERTICROP COMO ALTERNATIVA A LA PRODUCCIÓN TRADICIONAL EN NICARAGUA.

PROTOTYPE PROPOSAL OF PRODUCTION PLANT WITH VERTICROP TECHNOLOGY AS AN ALTERNATIVE TO TRADITIONAL PRODUCTION IN NICARAGUA.

Ronald Adolfo Gavarrete Márquez
Ingeniería Industrial, UCC, Nicaragua
(Gavarreteadolfo@marquez@gmail.com)

Joel Heriberto Aráuz Silva
Ingeniería Industrial, UCC, Nicaragua
(joel.arauz@hotmail.com)

Mónica Alejandra Espinoza Jarquín
Ingeniería Industrial, UCC, Nicaragua
(monikalessandra@gmail.com)

RESUMEN:

El tema abordado surge de la evidenciada falta de inclusión en tendencias tecnológicas en el sector industrial alimenticio, específicamente en la cadena de suministros del repollo, insuficiente talento humano dispuesto al riesgo de innovar y a implementar con tecnología nueva, talvez muy distinta a las practicas existentes y con las que tradicionalmente acostumbra a producir; tecnologías probadas internacionalmente que solucionaron diversas problemáticas, concienciando la imperativa necesidad de preservar el recurso hídrico, los suelos, reduciendo largas cadenas de suministros, e inclusive la falta de radiación solar.

Se presentarán resultados de los autores responsables de la aplicación de la tecnología Verticrop en países donde se cultivó hortalizas (específicamente Repollo o col), así como reflexiones y opiniones derivadas del tema; se incluirá un comparativo de resultados de procesos productivos implementados en Nicaragua versus el uso de tecnología Verticrop. Se incluirán los datos de consumo energético, sus beneficios y costo. Incluiremos un recorrido virtual de la línea de producción a fin de esquematizar más a detalle sus bondades.

PALABRAS CLAVES:

Verticrop, hidroponía, Innovación, tecnología, aprovechamiento, diversificación, sustentabilidad.

ABSTRACT:

The topic addressed in this research project arises

from the evident lack of inclusion in technological trends in the food industrial sector, specifically in the cabbage supply chain, insufficient human talent willing to risk innovate and implement with new technology, perhaps very different from existing practices and with which it traditionally tends to produce; Internationally proven technologies that solved various problems, raising awareness of the imperative need to preserve water resources, soils, reducing long supply chains, and even the lack of solar radiation.

This prototype project will present results of the authors responsible for the application of Verticrop technology in countries where vegetables were grown (specifically cabbage or cabbage), as well as reflections and opinions derived from the subject; A comparison of the results of production processes implemented in Nicaragua versus the use of Verticrop technology will be included. Data on energy consumption, its benefits and cost will be included. We will include a virtual tour of the production line in order to outline its benefits in more detail.

KEYWORDS:

Verticrop, hydroponics, Innovation, technology, use, diversification, sustainability.

INTRODUCCIÓN

La historia muestra como desde tiempos inmemorables el ser humano ha venido cultivando y mejorando la manera en que se trabajan los alimentos para cubrir la demanda de cada región, la base ha sido la misma por demasiado tiempo, suelo (espacio, degradación), agua (Excesos), Nutrientes y Sol (Fotosíntesis), hoy la población no solo exige cumplir sus demandas de alimentos sino a esto actualmente se agrega: calidad, tiempos, tamaño del producto y costo, todo esto sin dejar huella de contaminación ambiental.

En Nicaragua existen diversas empresas hidropónicas activas con base en hidroponía: Hidropónica de Nicaragua en Matagalpa, Herbay Fresh en Sébaco, Fresas nicas en Jinotega y vigreen en Managua como precedente al proyecto prototipo, la empresa panameña UrbanFarms (2013-2017) que actualmente funciona en suiza, pero sus inicios y éxito en suelo panameño fueron los precursores para su establecimiento en el continente europeo.

Los creadores de la tecnología Verticrop en Canadá fundadores de la empresa CubicFarm® Systems Corp., y la empresa radicada en el Reino Unido Valcent Products Inc.

La investigación encausará un proyecto de base prototipo sobre granjas de cultivo vertical que es un estudio nuevo e innovador para los nicaragüenses. Un proceso industrial llamada Verticrop o granjas verticales. Que se viene a plantear, sobre el uso de esta tecnología debido a la demanda de ciertas hortalizas que no abastecen los mercados debido a su producción y su temporada de cosechas ya que con esta tecnología se podrá producir todo el

año independiente a su temporada tradicional.

La investigación realizada tuvo como objetivo presentar un nuevo modelo y prototipo de proceso industrializado sostenible en la producción de hortalizas (Repollo), aplicando tecnología Verticrop, para la satisfacción de la demanda nicaragüense.

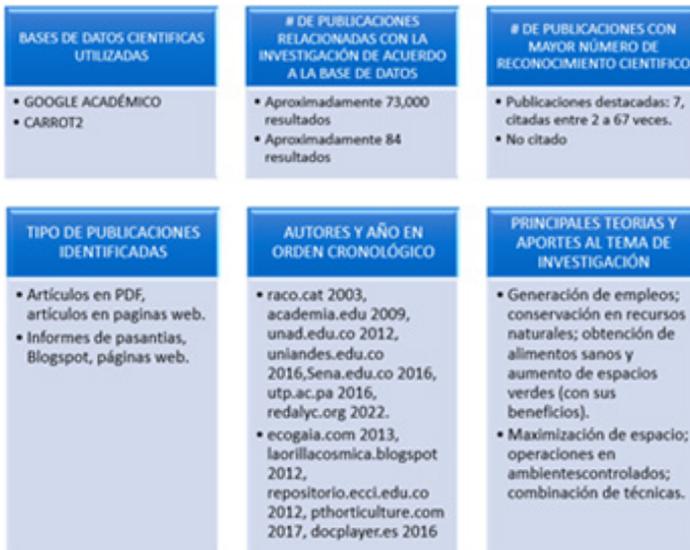
Desde el momento en que los seres humanos valiéndose de piedras desviaron el agua hacia los cultivos, idearon cómo prevenir las plagas, descubrieron nuevo suelo fértil e identificaron cuando necesitar del sol, el aumento en la demanda de alimentos ha dominado los debates acerca de los recursos naturales necesarios para el proceso efectivo de la producción alimenticia y es notable que solamente en situaciones de desastres y verdaderas emergencias se concede prioridad a la conservación dándole más atención a aumentar los suministros que a reducir la demanda.

La tecnología Verticrop requiere de un alto nivel técnico “conocimiento” para instalarlo, operarlo y monitorearlo: el reciente uso de estos lugares se ve afectado por la falta de personal cualificado y de carreras o ramas profesionales enfocadas a ella. Se prevé que en unos años el sector ya contará con los especialistas necesarios para realizar y expandir su actividad.

Entre los principales motores de búsquedas relacionados a la investigación encuentran:

Figura 1

Principales Motores de Búsqueda



Fuente: Elaboración Propia

METODOLOGÍA

Por su tipo esta investigación metodológica es aplicada a raíz del propósito que es aumentar la producción de hortalizas en Nicaragua evitando ocupar grandes hectáreas de tierra, reducir los costos de fertilizantes y pesticida. Para evitar pérdidas en la producción además de mantener los precios de los consumos alimentarios, evitando la inflación que se produce, cuando el cultivo de una planta no está en su temporada de cosecha. También se considera de tipo Descriptiva porque la tecnología que se emplea en los invernaderos artificiales es poco conocida debido a que el país está ubicado en una zona tropical que favorece de gran manera al cultivo agrícola. El enfoque de la investigación es Cuantitativo debido a que se recolectaron datos estadísticos

sobre la productividad del cultivo tradicional realizando también una comparativa entre el cultivo hidropónico y con la nueva tecnología que poseen las granjas artificiales Verticrop, demostrando que con la implementación de granjas artificiales se puede triplicar la producción de cosechas de forma tradicional y aumentar el tiempo de producción de la forma hidropónica. Aunque implementarla se lleva un gasto inicial alto, es factible, debido al proceso industrializado, que las pérdidas en los cultivos son casi nulas. Sin mencionar que se evita los gastos de fertilizantes y pesticida representado el 40% del gasto de la forma tradicional.

Por los medios para obtener los datos documentales y de campo, este último a la planta hidropónica de Fresas Nica, ubicada en Jinotega se recolecto entrevistas y encuesta relacionado al tema investigativo para tener información precisa y obtención de datos para las comparaciones de la tecnología hidropónica y la Verticrop. Los datos que se han recabado y organizado para las comparaciones de los cultivos que se emplea en Nicaragua, el comportamiento cuantitativo por medio de una plantilla QFD que proporcionara datos precisos.

Tabla 1

Técnicas e instrumentos utilizados

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Encuesta	✓ Cuestionario
Observación	✓ Google
Documental	✓ <u>Academic</u> ✓ <u>Carrot 2</u> ✓ <u>Renida</u>
Entrevista	✓ Preguntas abiertas y cerradas.
QFD	✓ Plantilla Excel
REVIT	✓ Recorrido y escenarios Virtuales

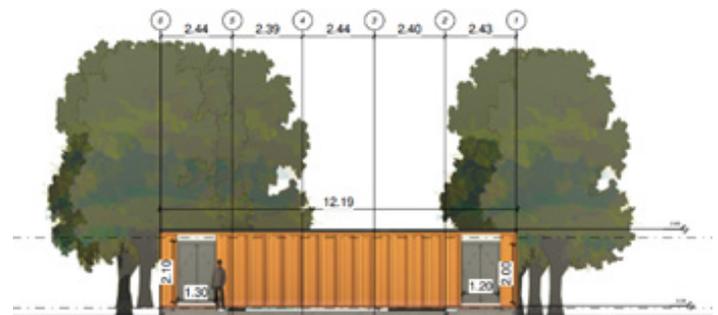
Fuente: Elaboración Propia

Incurсионando en las variables dependientes e independientes se exponen las siguientes: Productividad y costo de producción y eficiencia energética más comparación entre procesos respectivamente. Para las granjas artificiales (Verticrop) se plantea simular la ubicación en las sierritas debido a que es una zona estratégica

de distribución a los mercados principales y departamentos aledaños, por la cercanía de la capital, principal fuente de comercio del país. Las sierritas es igual hablar de ahorro energético, debido al clima, que es templado; a consecuencia de su altitud se utilizaría extractores que servirían como sistema de climatización cuando la temperatura ambiente alcance entre los 25 y 30 grados y se utilizaría la climatización industrial para cuando el clima ambiente alcance más de los 30 grados Celsius.

Figura 2

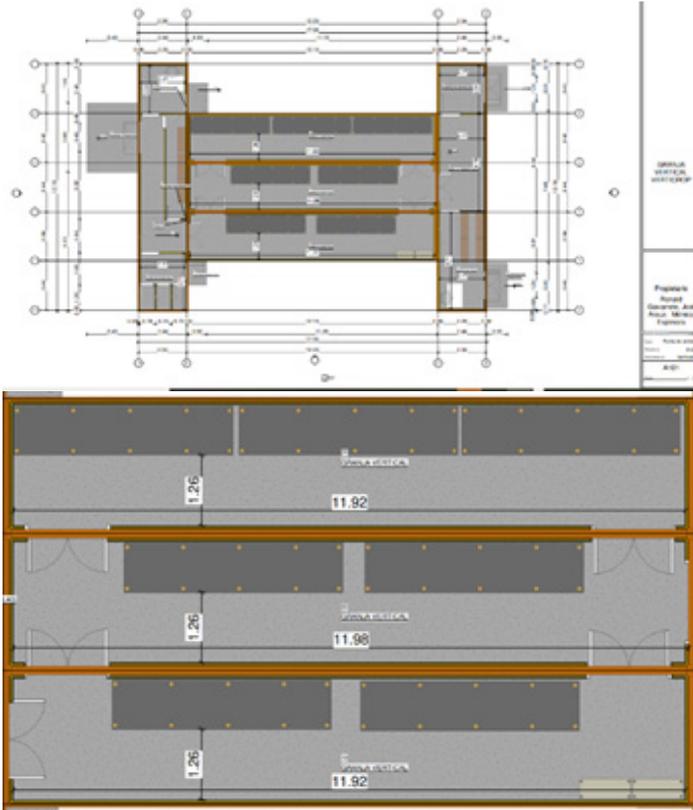
Vistas externas de la planta prototipo



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3

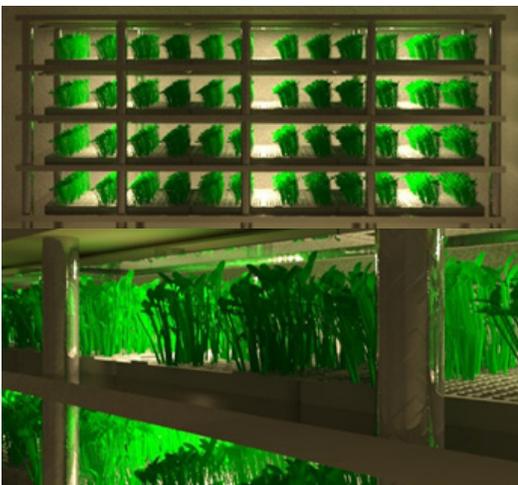
Vistas internas de la planta prototipo



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4

Vista de anaqueles con tecnología Verticrop



Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿Qué es Verticrop y cómo funciona?

Verticrop es un método con base hidropónica el cual su principal característica es el aumento de producción a través de procesos fotosintéticos acelerados mediante luces ultravioletas con estructuras verticales (Wallace-Springer, 2022).

La hidroponía permite tecnificar el cultivo, consiguiendo un mayor control en la producción. Es aquí donde reside la eficiencia de la hidroponía, ya que permite al agricultor aportar a la planta la dosis exacta de agua y nutrientes en el momento justo, evitando que la planta invierta mucha más energía en su crecimiento y producción.

La diferencia entre la producción hidropónica y la Verticrop se lleva a destacar sobre el tiempo de producción, calidad y tamaño del cultivo y mejor aprovechamiento del desarrollo del cultivo, por lo general la producción del repollo se llega a destacar entre los 100 y 120 días en dependencia del tipo de repollo cultivado y con el trabajo de las luces led este tiempo estimado se reduciría en un 40%, este es la mayor ventaja del sistema Verticrop ante la hidroponía su mayor aporte para procesos fotosintéticos de desarrollo de nutrientes y tamaño, aumentando así mismo la productividad a largo plazo porque habría más tiempo para obtener una nueva producción.

Todos estos datos estimados en los diferentes tipos de cultivos son en base a una superficie (anaquel), pero con el sistema Verticrop se podría incorporar a gusto de la empresa diferentes divisiones de

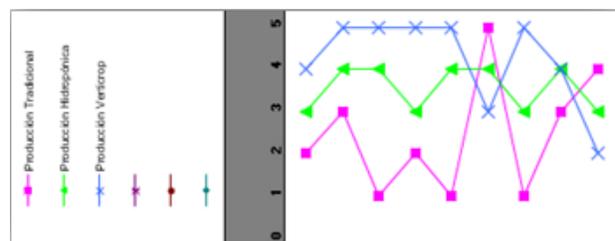
manera vertical de ahí el nombre de Verticrop, así aprovechando mayormente los espacios para duplicar, triplicar hasta cuadruplicar la producción sin perder los beneficios fotosintéticos de las plantas debido al tipo de arquitectura que se emplee para organizar las luces led, donde lo más beneficioso sería ubicar una línea de luces entre cada escalón vertical. El sistema Verticrop además de ser amigable al ambiente, tener mayor producción, calidad de nutrientes en los cultivos, el sistema vertical puede extenderse según la magnitud de la empresa, la inversión inicial será el único factor predeterminante pero en comparación a el cultivo tradicional de manera general y a largo plazo hay un ahorro de costos permanentes, reciclaje de agua, pasteurización, desinfección por UV (luces led ultravioletas), recolección más fácil, mayor producción con menos perdidas por plagas, los costos de inversión de Verticrop serían cubiertos en poco tiempo por el potencial de producción.

Según FAO (2010) una agricultura sostenible debe satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras de sus productos y servicios, garantizando al mismo tiempo la rentabilidad, la salud del medio ambiente y la equidad social y económica. Para ser sostenible, la agricultura debe satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras de sus productos y servicios, garantizando al mismo tiempo la rentabilidad, la salud del medio ambiente y la equidad social y económica. Para conseguir la transición global a la alimentación y la agricultura sostenibles, es imprescindible mejorar la protección ambiental, la resiliencia de los sistemas, y la eficiencia en el uso

de los recursos, factores que cumple de manera positiva la agricultura vertical.

En la siguiente tabla se demuestra como el sistema Verticrop está por encima de los otros cultivos en Nicaragua y que las únicas desventajas, es su mantenimiento, costo de producción y consumo energético donde es afectado sin embargo la productividad se maximiza:

Tabla 2
Productividad de Verticrop



Fuente: Elaboración Propia

Los costos del sistema Verticrop son de primera instancia una alta inversión debido a la estructura de este tipo de tecnología y el ambiente controlado pero a largo plazo es un sistema industrial que promete grandes ganancias debido a su bajo costo en mantenimiento en comparación a los demás tipos de cultivos, y al tener una producción acelerada y de calidad, eso es una de las ventajas más sobresalientes el control de agua requerido por el cultivo con los nutrientes esenciales y las luces para un óptimo desarrollo hacen que esta tecnología sea un proyecto prometedor para el país, buscando como mejorar el sistema de vida

de las personas. La tasa de natalidad en el mundo cada vez es más acelerada y en Nicaragua igual, así que una tecnología que promete mayor producción en menos tiempo con el mejor aporte de nutrientes del cultivo sería lo ideal. Verticrop al ser una tecnología con un ambiente controlado posee paneles solares los cuales se encargaran de abastecer las luces led ultravioletas, las cuales no tienen un consumo muy exigente, el sistema de riego de agua con nutrientes se establecerá en un ambiente cerrado teniendo así un menor gasto de agua y aprovechando al máximo su cantidad, los cultivos tradicionales tienen un exceso de gasto de agua y degradación del suelo, siendo así como fue expuesto por la FAO en el 2010 como Nicaragua cultivo 10,300 hectáreas de repollo. Nicaragua es un país tropical donde el uso del clima ha sido una bendición para sus habitantes, pero hay mucho sobre aprovechamiento de sus recursos.

Con una Granja vertical en Nicaragua, acondiciona tecnológicamente para maximizar la producción de los cultivos, utilizando siempre metodologías auto sustentables para el mejor rendimiento de la productividad. Se podría fácilmente satisfacer la demanda nacional y lograr exportar nuestras cosechas a otros países. Llamando la atención de países extranjeros por los productos de excelente calidad y libres de químicos.

Se realizó una encuesta para obtener información acerca de la tecnología en los cultivos, según el peso distribuido a cada respuesta la información arrojada fue la siguiente:

Tabla 3

Conocimiento de Verticrop

	P1	P-2	P-3
SI	0%	30%	40%
NO	100%	70%	60%

Fuente: Elaboración Propia

Ninguna persona conocía de la existencia de la tecnología Verticrop hasta el día de la realización de la encuesta. Solamente un 70% de los encuestados conocían de los cultivos hidropónicos y un 30% desconocía del tema.

Tabla 4

Precio del Repollo

	P-4	P-5	P-6
SI	80%	60%	10%
NO	20%	40%	90%

Fuente: Elaboración Propia

Un 80% de los encuestados opina que el precio del repollo es alto mientras que un 20% opina lo contrario. Un 60% de las personas respondió que tienen algún tipo de dificultad a la hora de obtener el producto cuando este no se encuentra en su temporada alta de cosecha mientras que un 40% aduce no tener problemas en la obtención del producto. Existió un rechazo del 90% de los encuestados cuando se les pregunto si comprarían el producto viniendo éste cultivado en granjas artificiales y solo un 10% de aceptación a la compra.

Tabla 5

Aceptabilidad de granjas artificiales

	P-7	P-8
SI	70%	0%
NO	30%	100%

Fuente: Elaboración Propia

La mayoría de los encuestados asume que granjas artificiales es sinónimo de enfermedades ocultas o dañinas mientras que el 30% no cree que las granjas artificiales sean factor de riesgo a la salud. Para finalizar, el 100% de los encuestados no conoce ni ha escuchado hablar de alimentos cultivados en granjas móviles.

Luego, se realizó una segunda encuesta post intercambio de conocimientos acerca de la tecnología Verticrop

Obteniendo los siguientes resultados, según el peso distribuido a cada respuesta:

Tabla 6

Importancia de Verticrop

	P1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7
SI	70%	60%	60%	80%	70%	80%	70%
NO	0%	20%	0%	0%	10%	0%	0%
PORDRIA SER	30%	20%	40%	20%	20%	20%	30%

Fuente: Elaboración Propia

El 70% de la población encuestada piensa que este modelo es nuevo e innovador en el territorio nicaragüense mientras que un 30% duda y mantiene la incertidumbre del podría ser. Solo un 60% consumiría hortalizas cosechadas en granjas artificiales mientras que un 20% duda y el otro 20% en definitiva no compraría el producto.

Un 60% de los encuestados opina que el producto consumido de granjas artificiales beneficiaría a la ingesta de nutrientes, minerales y fibra mientras que un 40% no lo cree posible. Existe un 80% de encuestados que opina que esta tecnología es una solución para los cultivos por temporadas y solamente a un 20% opina que podría serlo. Referente al impacto ambiental un 70% respondió que creen que Verticrop implementa un menor desequilibrio ambiental en comparación a otros tipos de prácticas agrícolas mientras que un 10% opina que no y un 20% mantiene incertidumbre con un puede ser. El 80% de la población encuestada opina que la tecnología Verticrop sería una alternativa a la demanda actual y el 20% opina que podría serlo. En relación a los vehículos móviles contestaron que si les gustaría verlos puestos en marcha a un 70% de la población encuestada y un 30% respondió con incertidumbre.

Los autores proporcionaron a los resultados, procesos y herramientas estandarizadas que apoyen la puesta en práctica del modelo +Q.F.D. (Quality Function Deployment). Mediante la técnica de encuesta y entrevista en donde el enfoque del cliente y personal examina los factores que afectan sus preferencias, se utilizó la aplicación del modelo +Q.F.D. como herramienta de planeación para la calidad en el análisis de los datos y resultados.

Las comparaciones entre los procesos productivos, la eficiencia de Verticrop en la reducción de costos a largo plazo e incluso aprovechando solamente la hidroponía como base para una producción mejorada; las diferentes soluciones sostenibles

existentes y de las cuales podremos explotar mediante la utilización de cualquiera de los procesos productivos expuestos y la examinación del aumento productivo con la puesta en práctica de la tecnología Verticrop de acuerdo a los resultados arrojados en la casa de la calidad. Descritos los objetivos del proyecto se muestra una propuesta de presupuesto inicial en donde desglosan gastos directos, indirectos, materiales, equipamientos entre otros gastos que se incurrirían para su ejecución. Con la propuesta de un presupuesto elaborada las partes interesadas podrán compararla con otros proyectos relacionados a la línea investigativa para la toma de decisión en caso de desear avanzar o no.

Tabla 7
Presupuesto del Proyecto

Presupuesto del proyecto				
Semilleros				
Descripción	Cantidad	Unidades	Valor Unitario	Valor Total
Semillas	3	Paquetes	3,790	11,370
Turba	3	Kilos	7,580	22,740
Bandeja Semilleros	5	-	770	3,850
Invernadero				
Madera estructura (bastidores)	55	Unidad	420	23,100
Barniz	2	Galón	280	560
Sellador	2	Galón	440	880
Tiner (disolvente)	4	Galón	400	1,600
Brochas	3	Unidad	50	150
Tornillos Autoroscantes (madera)	400	Unidad	15	6,000
Malla invernadero 4.2x100m	2	Metro	88.611	6,378
Grapas	2	Caja	1500	300

Equipos				
Computador	1	Unidad	14,999	14,999
Medidor de pH y CE	1	Unidad	2,124	2,124
Electro Bomba	1	Unidad	341,100	8,500
Temporizador	2	Unidad	612	1,224
Estructuras de anaqueles	18	Unidad	650	11,700
Kit completo para uso de panel solar	1	Unidad	9,720	9,7900
Luces led	60		180	10,800

Gammas				
Tablas de pino	30	Unidad	400	12,000
Plástico negro	10	metro	65	650
Láminas de Icopor	8	Unidad	95	760
Espuma	4	Lamina	50	200
Copas desechables	15	Paquetes	45	180

Soluciones de fertilizantes				
Fertigreen	2	litro	464	928
Irricol	3	kg	425	1,275

Herramientas				
Taladro	1	Unidad	1,800	1,800
Grapadora	1	Unidad	1,650	1,650
Martillo	1	Unidad	350	350
Copas para Taladro	1	juego	600	600
Punta estría para taladro	1	Unidad	228	228
Escuadra, marcador, cinta y otros	1	Juegos	565	565
Brocas metro	1	Unidad	600	600
metro	1	Unidad	325	325

Sistema NF				
Tubería PVC de 3 pulgadas	25	Unidad	500	12,500
Tubería PVC de 2 pulgadas	25	Unidad	450	11,250
Tubería PVC de 1 pulgada	15	Unidad	125	1,875
Tubería PVC de 1/2 pulgada	15	Unidad	180	2,700
Tapas de prueba de 3 pulgadas	20	Unidad	45	900
Tapas de prueba de 2 pulgadas	8	Unidad	55	440
Tanque de almacenamiento 150 Litros	1	Unidad	4,200	4,200
Pegante PVC, limpiador	1	Galón	320	320
Tubería de acero cuadrada 3/4 pulgada	8	Unidad	800	8,000
Tornillos rosca fina	20	Unidad	40	800
Alambre Galvanizado	2	kilo	300	600

Mano de obra				
Diseño Hidráulico	1	-	11,080	
Invernaderos	2	-	15,500	
Soportes	1	-	6000	
Total:			=	C\$ 229,771
Total:			=	\$ 6,382.52

Fuente: Elaboración Propia

Para la realización de este proyecto es necesario invertir inicialmente \$ 6,382.52 para un espacio estimado entre 150 metros cuadrados. Con la elaboración de 18 anaqueles de 4 niveles cada uno se estima una capacidad de producción de hasta 30 repollos por cada nivel, para una producción de 120 repollo por cada anaquel:

Producción \square (120) repollos (18) anaqueles = 2,160 en una cosecha

Venta: $(2,160) \times (30) =$ C\$ 64,800

Utilidad: $(64,800) \times (4)$ cosechas anual = C\$ 259,200

Se estima recuperación de la inversión en el primer año, ofreciendo el producto (repollo) a 30 córdobas la unidad sacando una producción de 2,160 repollos por cosecha, al emplear el método VERTICROP se producirá 4 cosecha al año, dándonos una ganancia estimada anual de C\$259,200 córdobas.

CONCLUSIONES

Este proyecto cumplió con su objetivo general, presentar un nuevo modelo y prototipo de proceso industrializado sostenible en la producción de repollo con la aplicación de la tecnología conocida como VERTICROP para así lograr la plena satisfacción de la demanda nicaragüense.

Esta investigación demostró que el uso de esta tecnología, aplicada en Nicaragua, es factible, como punto de concentración un lugar estratégico para una distribución más eficiente. Se llevó a cabo el uso de métodos y herramientas comparativas que demostraron la superioridad de este tipo de tecnología y sus procesos amigables para el medio ambiente. Esta investigación, además, arrojó datos sobre reducción de costos de producción, sostenibilidad y productividad.

Se propone como futuras líneas de investigación aspectos de suma importancia e interés, para ser profundizados y analizados debido a que su alcance se escapa a los primeramente planificados y que pueden ser de utilidad para

diversas soluciones o problemas futuros.

La innovación de contenedores inteligentes con el sistema Verticrop, estos pueden contar con sistema de climatización, canaletas para almacenar agua en invierno y paneles solares para su debido funcionamiento, con el fin de reducir costo de estructura y facilidad en el transporte del producto. Como parte fundamental para las futuras líneas de investigación se recomienda reforzar el tema con la parte agronómica, para mejores resultados respecto al cultivos de hortaliza, ya que el enfoque está dirigido a la producción y Mantenimiento Industrial. Indagar qué otros tipos de cultivos se puede implementar con la tecnología Verticrop. Como son las legumbres y hasta árboles frutales pequeños con gran demanda por la población, para obtener su cosecha todo el año.

Se recomienda hacer las granjas artificiales Verticrop en lugares de clima templados pues, aunque estas posean climatización se pueden utilizar extractores industriales para climatizar la granja con la temperatura natural de la zona obteniendo un ahorro energético considerable.

Se recomienda evaluar posibles estructuras que sea óptimo para las granjas artificiales como edificios de 3 pisos o espacios cerrados con alta extensión para implementar los cultivos verticales, de manera que ayuden a reducir los costos de construcción.

Contar siempre con un plan de emergencia para los diferentes riesgo o situaciones que pueden afectar de gran manera los cultivos, como es el uso de almacenadores o generadores de energía eléctrica para evitar pérdidas totales de los

cultivos, cuando se presentan fallas en el servicio eléctrico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Textos Básicos:

Hernández Sampieri R., Fernández C. y Baptista M. 2010. "Metodología de la Investigación, 5ta. Edición, Editorial Mc Graw Hill, México, D.F.

Textos Complementarios:

Ing. Agrónomo José Luis Barbados, 2005. Microemprendimientos, Hidroponía, su empresa de cultivos en agua.

Norma Internacional ISO 9001, Quinta edición 2015-09-15 Sistemas de gestión de la calidad.

ISO 14001:2015, Sistema de Gestión Ambiental.

Norma Internacional ISO 45001, Primera edición 2018-03, Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

Universidad Colombiana ECCI, (2016). Eficiencia y productividad en algunos modelos pequeños de agricultura vertical para aplicar en la institucion educativa francisco jose de caldas-sede b. 2016, disponible en: compañía metalcast ltda (ecc.edu.co)

Portal de Revistas:

Carrot2.org desde: Verticrop - Carrot2 search results clustering engine

Displayer, disponible en: granja vertical piloto para el cultivo de plantas aromaticas en el centro de investigaciones cenivam. diseño y fabricacion. - pdf descargar libre (docplayer.es)

Wallace-Springer, N. (2022) Promix, Jardinería del hogar, disponible en: ¿Qué debes de saber



acerca de la agricultura vertical? (pthorticulture.com)

Gettyimages desde: 1.138 fotos e imágenes de Granja Vertical - Getty Images

Universidad del valle, Santiago de Cali Colombia, 2014, desde: PRODUCCIÓN DE VEGETALES EMPLEANDO LA TÉCNICA HIDROPÓNICA DE FLUJO LAMINAR DE NUTRIENTES (NFT) (univalle.edu.co)

https://www.tecnacional.edu.ni/media/Hortalizas_3X2OH2y.pdf