



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“ESTUDIO ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE-
BÁSICA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) MEDIANTE EL SISTEMA
AEROPÓNICO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL YUYUCOCHA,
EN LA PARROQUIA CARANQUI, CANTÓN IBARRA”.**

ARTICULO CIENTIFICO

Ingeniero Agropecuario

AUTORES:

Huera Arteaga Brayan German

Benavides Cuascota Jenny Isabel

DIRECTOR:

Ing. Juan Pablo Aragón

Ibarra – Ecuador

2017

ESTUDIO ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum Tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA EN EL SISTEMA AEROPÓNICO

AUTOR: Brayan Huera

DIRECTOR: Ing. Juan Pablo Aragón.

RESUMEN. La semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) se produce y promueve en el sistema aeropónico, como metodología alternativa en el país; sin embargo, hay pocos estudios sobre los costos reales de su producción, situación por la que se realizó esta investigación, utilizando la información obtenida en la Granja Experimental Yuyucocha (Caranqui-Imbabura) donde se mantiene el sistema aeropónico. Las variables que se estudiaron fueron el rendimiento, clasificación de tubérculos, análisis de costos de producción, análisis de indicadores económicos, indicador beneficio/costo y análisis del margen de beneficio. La producción de semilla pre-básica de papa/planta fue de 93 a una densidad de siembra de 20 x 20 cm y un total de 74833 mini tubérculos. El costo general de fabricación o Costo fijo fue de 4153,28 USD, y el costo variable de

ABSTRACT. Seed potatoes (*Solanum tuberosum* L.) is produced and promoted in the aeroponic system, as an alternative methodology in the country; however, there are few studies on the real costs of

2657,30 USD, sumando un total de 6720,58 USD de inversión del sistema aeropónico. El valor por mini tubérculo fue de 0,09 centavos de dólar y el precio referencial de mercado de 0,17 centavos de dólar. El ingreso neto total de producción de mini tubérculos en el sistema aeropónico fue de 12721,61 USD, lográndose un Beneficio/Costo del 1,90 USD. De acuerdo al índice de Beneficio/Costo, el proyecto de inversión en la producción de semilla pre-básica en el sistema aeropónico fue factible y recomendable. El punto de equilibrio fue de 51916 mini-tubérculos de producción por campaña, caso contrario causarían pérdidas.

Palabras claves

Aeroponía, mini-tubérculos, inversión, costo fijo, costo variable, costo/beneficio, punto de equilibrio.

production, a situation which this research was conducted, using the information obtained in the Experimental Farm Yuyucocha (Caranqui-Imbabura) where the aeroponic system is maintained. The variables studied were, performance, classification of tubers, production cost

analysis, analysis of economic indicators, indicator benefit / cost and analysis profit margin. The production of mini tubers / plant was 93 to a seeding density of 20 x 20 cm and a total of 74833 mini tubers. The overall manufacturing cost or fixed cost was \$ 4,153.28, and the variable cost of \$ 2,657.30, a total of \$ 6,720.58 investment aeroponic system. The mini tuber value was 0.09 cents and the market reference price of 0.17 cents. The total net income of production of mini tubers in the aeroponic system was \$ 12,721.61,

1. INTRODUCCIÓN. En el Ecuador la papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos más importantes y significativos para la economía del país especialmente para la zona interandina en donde su producción y comercialización genera ingresos económicos para sus productores y para muchos de ellos constituye su única fuente de ingresos. (Herrera M, Carpio H y Chávez Galo, 1999)

Sin embargo en los últimos años esta actividad no se ha desarrollado sostenidamente debido al deficiente manejo del cultivo, factores climáticos adversos y sobre todo la poca planificación para la producción, es por esto que en la actualidad el

achieving a benefit / cost of \$ 1.90. According to the index Benefit / Cost, the investment project in the seed potato production in the aeroponic system was feasible and advisable. The breakeven point was 51916 mini-tubers production for a campaign, otherwise cause losses.

Keywords

Aeroponics, mini-tubers, investment, fixed cost, variable cost, cost / benefit, balance point.

Ecuador es uno de los países con menor rendimiento por hectárea (8 a 9 ton/ha), en comparación a otros países andinos como Colombia y Venezuela que producen hasta 16 ton /ha. (Pumisacho M y Sherwood S, 2002)

En gran parte el bajo rendimiento se debe a la escasa utilización de semilla certificada pues la mayoría de productores la seleccionan de manera artesanal; únicamente el 1.5 % del total de la superficie sembrada cuenta con semilla de buena calidad física, sanitaria y genética. (Herrera M, Carpio H y Chávez Galo, 1999).

La semilla certificada en el país es escasa, por tanto se busca establecer a la aeroponía como un nuevo sistema

viable de producción de mini-tubérculos semilla, que podrían ser utilizados por los pequeños, medianos y grandes productores para mejorar los rendimientos de sus cultivos. Este sistema no requiere de grandes extensiones para su implementación, pues se puede convertir en una alternativa económicamente factible.

La Red Agrícola, señala que la aeroponía es el método de producción de mini-tubérculos semilla se obtienen rendimientos de 3 a 5 veces superior al convencional, añadiendo un alto grado de sanidad, puesto que el tubérculo no está expuesto a la presión de patógenos que ejerce el suelo.

Por esta razón se justifica la realización de esta investigación para verificar las bondades del sistema aeropónico y de la misma manera tener el costo total de producción de este sistema y al final establecer la relación beneficio/costo para la implementación a pequeña, mediana y gran escalas en nuestro medio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS. El área de estudio fue un invernadero de 144 m², recubierto en su totalidad con plástico calibre N° 7. Dentro del invernadero se contó con cuatro modulares aeropónicos de 1,00 m x 1 m x 14 m de longitud.

Tabla1. Caracterización del Lugar agropecuarios

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	Caranqui
Latitud:	00° - 21' - 53'' N
Longitud:	78° - 06' - 32'' W
Zona:	17 Sur
Altitud:	2228 msnm
T. media:	26°C
Luminosidad:	12 horas/día
Humedad relativa:	75%

Tabla 2. Materia prima e insumos

Materia prima
Plantas de papa <i>in vitro</i> .
Insumos Agrícolas
Solución Nutritiva
Nitrato de Calcio
Sulfato de Magnesio
Nitrato de Potasio
Nitrato de Amonio
Quelato de Hierro
Ácido Fosfórico
Sulfato de Cobre
Cloruro de manganeso
Sulfato de zinc
Ácido bórico
Molibdato de amonio

Insumos Agrícolas

Shy (insecticida)
Confidor (insecticida)
Gladiador (insecticida)
Thiofanato metil
(fungicida)
Kumulus (fungicida)
Acrobat (fungicida)

Tabla 3. Equipos

Equipos

Equipo de Riego
Aire acondicionado
Ventiladores
Sistema de control automático Timer

Tabla 4. Materiales e Instrumentos

Materiales e Instrumentos de Campo

Cinta métrica
Balanza de digital
Medidor de pH
Escobas
Balde
Gavetas
Esponjas
Termómetros
Higrómetros
Bomba de fumigar a mochila.
Bomba de fumigar a motor.
Rótulos de identificación
Herramientas de campo
Alambre calibre Nro. 10
Piola
Marcadores permanentes
Malla para tutorio
Cinta de embalaje
Sarón
Atomizadores
Gilletts
Pomina
Tijeras
Vasos plásticos

Tabla 5. Materiales de construcción

Materiales de construcción

Pintura esmalte
Poliétileno color negro
Estructura Metálica
Malla Antiáfido
Plástico bicolor
Tubo galvanizado ½”
Plástico de invernadero calibre #7
Listones de madera
Tubo PVC roscable ½”
Manguera ½”
Tanque plástico 1000 lts
Tanque de hormigón armado
Tubería PVC 2”
Bomba hidroneumática de 1,5 HP
Tanque de presión de 40 GL

Tabla 6. Accesorios de instalación

Accesorios de instalación.

Alambre Nro. 14
Tubo PVC roscable de 1”
Uniones
Neplos
Universales
Válvula Check
Válvula de Aire
Filtro de discos
Manómetro
Válvula de pie
Manguera Flex de 32 mm
Manguera Flex de 16 mm
Caja térmica de
Micro-aspersores
Codos
Conectores
Focos de 100 watts
Clavos
Tornillos
Pega Blanca
Pintura

METODOS.

Factores en estudio.

- Costos del invernadero
- Costos de los modulares aeropónicos
- Costos del sistema de riego
- Costos de Insumos agrícolas
- Costos de materiales de campo
- Costos de materiales de laboratorio
- Costos de mano de obra
- Costos de administración

Variables evaluadas

- Rendimiento
- Clasificación de tubérculos por tamaño y peso
- Análisis de costos de producción
- Análisis de indicadores económicos.

MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO ESTRUCTURACIÓN DEL

INVERNADERO. Se armó la estructura externa del invernadero con una película plástica translúcida (calibre N° 6) y malla anti-áfido. En la parte interna del invernadero se instalaron cuatro modulares aeropónicos de 1 m x 1 m x 14 m de longitud, un sistema de riego por micro aspersión, un equipo para regulación del riego. Finalmente se realizó la instalación de ventiladores y el generador.

CONSTRUCCIÓN Y PREPARACIÓN DE CAJONES AEROPÓNICOS. En el interior del invernadero se construyó cuatro cajones de madera de (1 m x 14 m

x 1 m), reforzados en su estructura con listones de madera, acoplados con pernos. En la parte superior media de los cajones se efectuaron perforaciones, tanto en la parte anterior como posterior donde se encajaron las manguerillas de 16 mm de ancho, con micro aspersores, con la finalidad de suministrar el riego y la fertilización (Ferti-irrigación).

INSTALACIÓN DE PLANCHAS DE ESPUMA FLEX.

Las estructuras de los cajones de madera, se recubrieron con planchas de espuma flex en su totalidad. En la parte lateral se diseñaron ventanas móviles para facilitar la cosecha de los tubérculos; mientras que en la parte superior propuesta para la parcela del experimento se situaron láminas de espuma flex de 1,20 m^2 recubiertas de plástico blanco; en dichas láminas se efectuaron perforaciones con una separación de 20 cm para colocar tubos plásticos cuya finalidad fue perfeccionar la ubicación de las *vitro plantas*.

ADECUACIONES AL INTERIOR DEL INVERNADERO.

Con equipos de enfriamiento, ventilación se adecuó el ambiente a una temperatura de 26°C en promedio, parámetro aceptable para la producción de mini-tubérculos en aeroponía.

SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN. El sistema de riego constó de un tanque de 1000 litros de capacidad que se conectó a una bomba de 1/2 caballo de potencia, para distribuir la solución nutritiva por medio de los nebulizadores que fueron acoplados a las mangueras

ADQUISICIÓN DE VITRO PLANTAS. Una vez terminada la adecuación y aclimatizado del invernadero para el desarrollo de las vitro plantas, se adquirieron 1000 plantas del Departamento de Biotecnología de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

TRASPLANTE. Las plántulas in vitro llegaron en tubos de ensayo de 10 cm x 15 mm, conteniendo 4 ml de medio, guardando sus condiciones climatológicas. Para la siembra se cubrió el cuello de la raíz y la base del tallo con delgadas esponjas para ser sujetadas en el hoyo de la mesa. Las plántulas se sembraron a una densidad de siembra de 20 x 20 por m².

FERTILIZACIÓN. Esta práctica se manejó a través del sistema de riego; las soluciones nutritivas fueron aplicadas en dos etapas fisiológicas del cultivo, la etapa inicial (desde el trasplante hasta el inicio de la tuberización) y la etapa final (desde la floración hasta la tuberización). Los

primeros días se preparó una solución nutritiva inicial de ¿?? con una mínima cantidad de nutrientes. Más adelante, se cambió la solución nutritiva por una más concentrada denominada solución nutritiva final.

PODA INICIAL. Esta práctica se realizó cuando las plantas llegaron a una altura de 19 cm aproximadamente. A la edad de un mes y veinte días después del trasplante. Consistió en el corte de hojas bajas cuidando que se mantengan las yemas axilares del tallo principal e introduciendo el tallo en los orificios de cada planta, procurando que solamente queden al aire el ápice de las mismas con tres pares de hojas.

TUTOREO. Se efectuó a los 45 días después del trasplante, se sujetó alambre galvanizado número 10 alrededor de los módulos con el fin de mantener estable a la malla tutora a diferentes alturas: la primera a los 20 cm, la segunda a los 50 cm, la tercera a los 100 cm, la cuarta a los 150 cm y la quinta a los 180 cm de altura, que fueron necesarias para sostener los tallos y hojas de las plantas.

CONTROLES FITOSANITARIOS Se realizó controles de forma preventiva, en enfermedades tales como lancha (*Phytophthora infestans*), roya (*Puccinia pittieriana*), fusarium y bacterias

(*Pectobacterium* spp.), existió presencia de “trips”

COSECHA. El inicio de la cosecha fue a los 126 a 135 días. Posteriormente se efectuaron seis cosechas consecutivas; la primera se realizó el 18 de noviembre del 2014, las siguientes cosechas se efectuaron cada 15 a 20 días, prolongándose el período de cosecha durante 95 días siendo la última el 3 de febrero de 2015.

LAVADO Y DESINFECCIÓN. Consistió en retirar los residuos de las

raíces. Posterior a esto se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio al 0.1% hasta dos veces y se expusieron al ambiente para su secado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

La variable rendimiento fue evaluada al momento de la cosecha, donde se tomó en cuenta el número de tubérculos promedio por planta; para luego obtener el número total de tubérculos por modulo o repetición.

Rendimiento de semilla pre-básica de papa *v-superchola* por planta.

DETALLE	N° DE MÓDULOS				TOTAL Promedio
	I	II	III	VI	
N° PLANTAS	149	263	249	189	850 (213)
N° TUBERCULO	126	71	75	99	371 (93)
N° TOTAL	18774	18673	18675	18711	74833

Clasificación de tubérculos.

La clasificación de tubérculos se realizó de acuerdo al tamaño y peso.

Clasificación de semilla pre-básica de papa/planta. Ibarra, 2015

CLASIFICACIÓN	TAM AÑO (mm)	PESO (gr)	N° TUBÉRCULOS (#)	%
Uno	1.5 a 1.7	2 g a 5 g	37014	49,46%
Dos	1.8 a 2.5	5 g a 10 g	18299	24,45%
Tres	2.6 a 3.5	10 g a 15 g	9760	13,04%
Cuatro	3.5 a 4.5	> 15 g	9760	13,04%
TOTAL			74833	99,99%

La clasificación de tubérculos se realizó de acuerdo al tamaño y peso que presentaron los mini tubérculos semilla cosechados, alcanzándose el 49,46% de primera categoría; 24,45% de segunda, 13,04 % de tercera y cuarta categorías, respectivamente. Estos datos indicaron que la variedad Superchola, presentó un mayor porcentaje de tubérculos en calibres uno y dos.

Análisis de indicadores económicos.

Costo de producción para la semilla pre-básica de papa en el sistema aeropónico.

INDICADOR	USD
Materia prima	1019,30
Mano de obra	1548,00
Costo fabricación	4153,28
Costo de producción	6720,58

El costo total de producción fue de 6720,58 USD, para un ciclo de producción de semilla, diferenciándose costos fijos y costos variables.

Ingresos de una campaña de producción de semilla pre-básica de papa en el sistema aeropónico. Ibarra 2015

INDICADOR	USD
Producción total	74833
Costo unitario	0,09
Precio estimado del mercado	0,17
Ganancia en cada tubérculo	0,08
% De ganancia	90%
Ingresos totales	12721,61

Para la obtención de los ingresos totales, se tomó en cuenta la producción total de mini tubérculos/planta, en este caso fue de 74833. El precio unitario de cada mini tubérculo (0,09 centavos de dólar). El precio estimado del mini tubérculo en el mercado que fue de 0,17 centavos de dólar, Entonces los ingresos totales reales fue de 12721,61 USD (74833 x 0,17). Mediante estos análisis matemáticos de datos y precios de investigaciones similares, se confirma la validez del sistema aeropónico y la oportunidad para producir semilla de alta calidad genética, con un 90% de ganancia.

Relación beneficio/costo de una campaña de producción de semilla pre-básica de papa en el sistema aeropónico.

Ibarra 2015

INDICADOR	USD
Ingresos	12721,61
Egresos	6720,58
Índice beneficio/costo	1,90

La relación beneficio/costo del proyecto de producción de papa semilla en el sistema aeropónico fue de 1,90 USD, para la variedad superchola, lo que significa que por cada dólar invertido en la inversión se recupera el dólar y se obtiene una ganancia de 0,90 centavos, demostrando de esta forma la validez del proyecto y económicamente rentable.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El sistema aeropónico establecido en la Granja experimental Yuyucocha produjo 93 mini tubérculos/planta a una densidad de siembra de 20 x 20 cm y un total de 74833 mini tubérculos.
- De acuerdo a la clasificación; 37014 mini tubérculos tuvieron un peso entre el rango de 2 a 5 g, seguido de 18299 en el rango de 5 a 10 g y 9760 en el rango de 10 a > a 15 g.
- El costo general de fabricación o costo fijo fue de 4153,28 USD, y el costo variable de 2657,30 USD, sumando un total de 6720,58 USD de inversión del sistema aeropónico.
- El valor por mini tubérculo fue de 0,09 centavos de dólar y el precio referencial de mercado de 0,17 centavos de dólar.
- El ingreso neto total de producción de mini tubérculos en el sistema aeropónico fue de 12721,61 USD,

lográndose un Beneficio/Costo del 1,90 USD.

- De acuerdo al índice de Beneficio/Costo, el proyecto de inversión en la producción de papa semilla en el sistema aeropónico fue factible y recomendable.
- El análisis de sensibilidad nos dice que hay mayor rentabilidad a un precio estimado de 0,22 USD por mini-tubérculo, manteniendo una producción de 93 mini-tubérculos/planta.
- El punto de equilibrio fue de 51916,00 mini-tubérculos de producción por campaña, caso contrario causarán pérdidas.

5.1 RECOMENDACIONES

- Con el fin de activar al sector productor de semilla, se recomienda utilizar el sistema aeropónico como alternativa válida en la producción y productividad de papa de calidad.
- Buscar alternativas para la reducción de costos promoviendo el uso de

materiales y equipos más baratos en la construcción del sistema.

- Localizar personal capacitado en construcción e instalación que mantengan al sistema aeropónico en funcionamiento, sin repercutir el ciclo de vida del cultivo para lograr el éxito en la producción de semilla pre-básica de papa.
- Incentivar el desarrollo de este sistema de producción de semilla en zonas de alta producción, a través de programas o proyectos inclusivos con el pequeño y mediano productor.
- Investigar nuevos sistemas de producción de semilla que promuevan un modelo sustentable y amigable con el medio ambiente.
- Promover al agricultor el uso de semilla certificada, para garantizar un producto libre de plagas y enfermedades, obteniendo producciones de alto rendimiento.

- Investigar nuevos tipos de fertilización en el sistema aeropónico ya que los utilizados en la presente investigación fueron difíciles de encontrar en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, H. (2013). *Varietades de papa cultivadas en el Ecuador*. Quito: INIAP.
- Banco Central del Ecuador. (2013). *SECTOR AGROPECUARIO Programa de Encuestas de conyuntura*. Quito: Banco Central del Ecuador.
- Chuquillanquí, C., & Mateus, J. (2009). PRODUCCION DE SEMILLA DE PAPA EN UN SISTEMA AEROPONICO (<https://research.cip.cgiar.org/confluence/display/redlatinpapa/Innovacion+Semillas>). *Red Iberoamericana de Innovación en Mejoramiento y Diseminación de la Papa*, 3.
- Ezeta. (2001). Producción de semilla de papa en Latinoamérica. *Revista Latinoamericana de la Papa*.
- Farran I, Mingo-Castel Am. (2006). Potato Minituber Production Using Aeroponics. *Effect of plant Density and Harvesting Intervals Amer.*
- Flores R y Naranjo H. (2012). Estudio de la demanda de semilla de calidad en el Ecuador. *Superficie cosechada, producción y rendimiento de papa en Ecuador*.

- Quito, Pichincha, Ecuador : OFIAGRO.
- Flores R y Naranjo H. (1 de Noviembre de 2012). Estudio de la demanda de semilla de papa de calidad en Ecuador. *Breve diagnóstico de la situación de la papa en el Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador: OFIAGRO.
- Graham, T. (2008). *Sistemas Informales de Semilla*. Bolivia.
- Herrera M, Carpio H y Chávez Galo. (1999). Estudio sobre el subsector de la papa en el Ecuador . Quito, Pichincha, Ecuador: INIAP.
- Hidalgo O. (2008). Conceptos básicos sobre la producción de semillas de papa y de sus Instituciones. *Costos de semilla* . CHILE.
- Hidalgo, O. (2008). *Producción de semilla Prebásica y Básica*.
- Kromann, P. (2010). PRODUCCIÓN DE MINUTUBÉRCULOS DE SEMILLA DE PAPA EN EL SISTEMA AEROPÓNICO. V *Congreso Ecuatoriano de la Papa*, (pág. 2). RIOBAMBA.
- Mejía R, Méndez S, Pineda J, Hernández L. (2013). Manual de producción de semilla de papa mediante técnicas de multiplicación asexual. Honduras: PYMERURAL.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2013). *El cultivo de papa en Ecuador y planes de mejora*. Quito.
- Otazú V. (2010). Manual on quality seed potato production using aeroponics. Lima, Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa .
- Otazú, V. (2009). Factores a tenerse en cuenta antes de empezar con aeroponía. En V. Otazú, *Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía* (pág. 36). Perú.
- Pumisacho M y Sherwood S. (2002). El cultivo de la papa en Ecuador. *Origen e importancia*. Quito, Pichincha, Ecuador: Centro Internacional de la Papa.
- Reinoso, I. (2007). *El cultivo de papa y su participación en la Economía Ecuatoriana* .
- THIELE G. (1999). Sistemas Informales de Semilla de Papa en los Andes. *¿Por qué son importantes y que hacer con ellos?* Lima, Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa.
- Vega G. (2013). *Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación*. Obtenido de <http://www.fao.org/climatechange/25232-0591200481e0e0f0d2dedae33b267aa55.pdf>
- Velázquez J. (2010). *El sector de semillas de papa en la región Andina del Ecuador*. Quito: INIAP.
- Velázquez J. (2002). El sector de semillas de papa en la región andina del Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador: INIAP.

ANEXOS:

Gráfico N° 1. Variable, clasificación de semilla pre-básica de papa/planta.

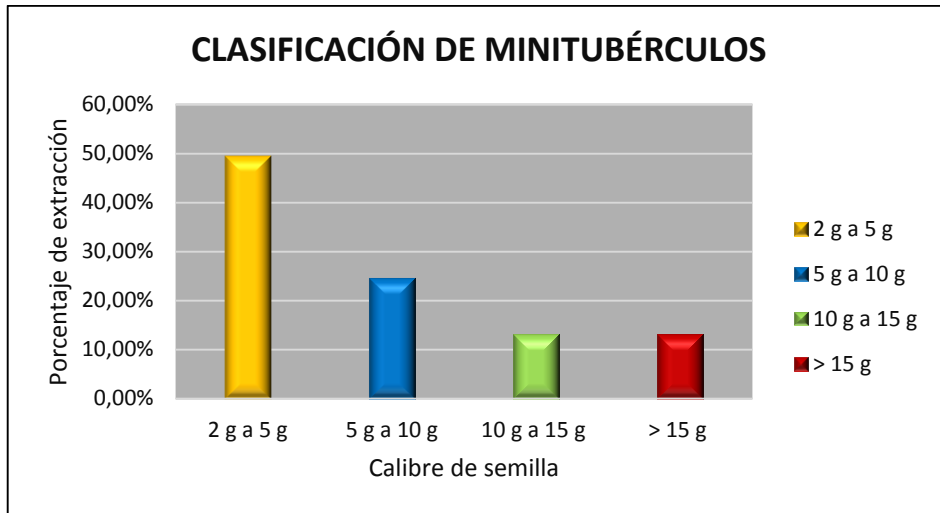


Gráfico N° 2. Relación beneficio/costo (USD), para la producción de semilla pre-básica de papa

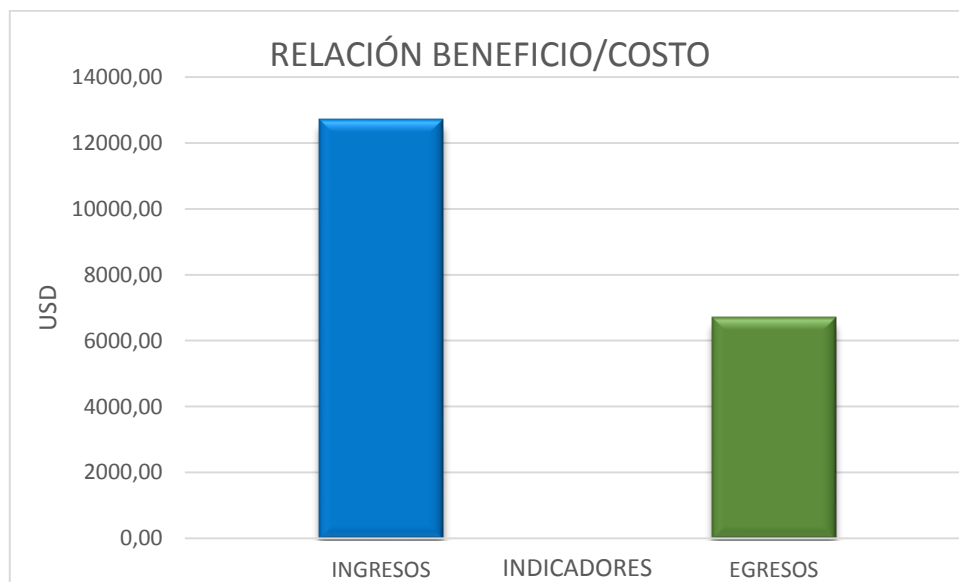
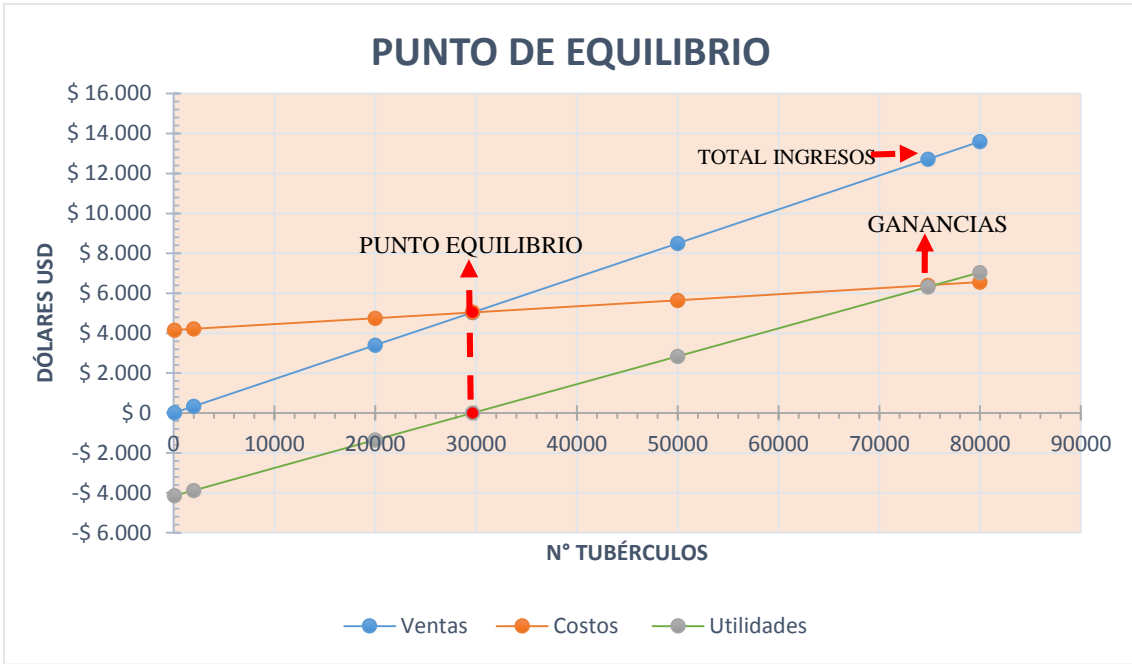


Gráfico N° 3. Punto de equilibrio



Ing. Juan Pablo Aragón

Director