70 Aniversario

LOYOLA

INSTITUTO POLITÉCNICO LOYOLA

SAN CRISTÓBAL, REPÚBLICA DOMINICANA

ESPORAS

INVESTIGACIONES EN CIENCIAS AGRÍCOLAS E INGENIERÍA

EDICIÓN ESPECIAL

ESPORAS
Investigación en Ciencias Agrícolas e Ingeniería
Año V. Volumen I. Número 7. Noviembre de 2022

Es una edición de divulgación de investigaciones en el área de las ingenierías, difundida por el Instituto Especializado de Estudios Superiores Loyola. Registro de Industria y Comercio No. 0124867

Para pedidos y canjes:
Esporas
Instituto Especializado de Estudios Superiores Loyola (IEESL)
Calle Ángel Arias #1, San Cristóbal, República Dominicana
Teléfono: 809-528-4010 | E-mail: investigacion@ipl.edu.do

Equipo editorial

Dirección:
Félix Rafael Rondón Domínguez

Comité editorial:
María Eugenia Fernández
César Junior Alifonzo
José Andrickson
Claudia Díaz
Katherine Báez
María Teresa Pabón

Diseño y diagramación:
Iliana Félix Figuereo

San Cristóbal, República Dominicana
Noviembre de 2022

ISSN 2409-4412

Índice

	Página
Estudio de la brecha tecnológica de los productores de aguacate de Cambita Garabitos, San Cristóbal, República Dominicana	5
Efecto de la aplicación del hongo micorrícico arbuscular Glomus iranicum var. Tenuihypharum nov en la producción de tomate *(Solanum lycopersicum)* bajo ambiente protegido en la finca experimental "André Vloebergh" del IPL	16
Evaluación de la rentabilidad del vivero de plantas ornamentales de la Finca Experimental "André Vloebergh" del IPL	23
Evaluación de vigor y uniformidad de patrones de aguacate criollo *(Persea americana)* con diferentes pesos de semillas y proporciones de sustrato	43
Plan de gestión de eficiencia energética del sistema eléctrico en el hospital municipal de Cambita Garabitos	49
Guía operativa para prácticas de laboratorio en Instrumentación Industrial en el IEESL	63
Manual de instalación y mantenimiento de líneas aéreas de distribución como estrategia para la reducción de averías de EDESUR: sector Villa Altagracia-Pantoja	71
Mejora del indicador de eficiencia general de equipos a partir de la aplicación de la metodología DMAIC en la empresa farmacéutica	83
Reducción de desperdicios de doblez y baja inserción en la fabricación de productos para procedimientos intravenosos en una empresa de dispositivos médicos	99
Diseño de un plan de seguridad y salud ocupacional, basado en las normas OHSAS-2007, adaptado a un centro de almacenaje	113
Sistema de medición y visualización de variables edafoclimáticas en invernadero utilizando un servidor de datos local	124
Sistema de sensores inalámbricos con tecnología de radiofrecuencia para mediciones de humedad de un cultivo de maíz en la finca experimental "André Vloebergh" del IPL	131
Matrices gerenciales como fundamento de la autonomía, sustentabilidad y conservación, en una comunidad Ejidal	139
Clima organizacional sobre la satisfacción laboral en los empleados que pertenecen al STEUABJO estudio de caso: Campus CU en el periodo 2019-2021	156

ESTUDIO DE LA BRECHA TECNOLÓGICA DE LOS PRODUCTORES DE AGUACATE DE CAMBITA GARABITOS, SAN CRISTÓBAL, REPÚBLICA DOMINICANA

Enelvi Brito[1]
Dámaris Alcántara[1]
Juan Rojas[1]
Félix Rondón[2]

RESUMEN

Esta investigación presenta los resultados de una encuesta realizada en el 2017 a 102 productores de aguacate del municipio de Cambita, en San Cristóbal, República Dominicana. El objetivo del estudio fue determinar los principales factores que influyen en el nivel de adopción de tecnología y que causan brecha tecnológica entre los productores de la zona. Para el análisis de datos se realizó una prueba de contingencia de Chi Cuadrado con residuos ajustados para determinar los factores que más inciden en la adopción de tecnología; y una prueba de proporciones de Chi Cuadrado para medir la brecha tecnológica entre productores agrupados según los factores identificados como los más significativos. Los resultados del estudio mostraron que el nivel de adopción de tecnología es bajo (29%) y que los principales factores que causan brecha tecnológica son la asociatividad, la certificación GlobalGAP, el nivel académico y el nivel de ingresos; siendo aquellos productores asociados al Clúster, con certificación GlobalGAP, con mayor formación académica y con mayores ingresos los que estadísticamente tienden a hacer mayor adopción de tecnología en la producción de aguacate.

Palabras claves: Agrotecnología, Brecha tecnológica, Agrícola, Aguacate, Productividad, Productores, Sostenible, Exportación, Clúster.

1 Sustentante. Estudiante de término de Ingeniería Agroempresarial, IEESL.

2 Asesor. Profesor de Ingeniería Agroempresarial, IEESL.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del aguacate en la República Dominica tiene una gran importancia socioeconómica ya que es una fuente fundamental en la generación de empleos y divisas, además de ser un producto de consumo masivo en la dieta de los dominicanos. En el 2016 el país ocupó el segundo lugar en producción a nivel mundial.

La superficie cultivada de aguacate en el país es de 350,000 tareas (21,875 hectáreas) y en promedio hay 8,255 productores. En el 2017 las exportaciones generaron 48.9 millones de dólares (Ministerio de Agricultura, 2017). Una de las principales zonas productoras de este rubro es el municipio de Cambita Garabitos, en la cual 2,200 productores distribuidos en unas 140 mil tareas aportan el 35% de la producción nacional y hasta un 75 % de la exportación (Polanco, 2014).

No obstante lo anterior, comparados con otras zonas de producción, el nivel de adopción de tecnología de los productores de la zona de Cambita es relativamente bajo. Esto constituye un factor limitante de la producción debido a la falta de recursos que les permita realizar actividades de acondicionamiento del suelo, hacer más eficiente las labores de cultivo, y acceder a información sobre comercialización y precios de mercado.

En este contexto, se planteó como objetivo del estudio: determinar cuáles son los factores que causan brecha tecnológica en los productores de aguacate (Persea americana) del municipio de Cambita Garabitos, en San Cristóbal, como base para la toma de decisiones para mejorar la producción del cultivo.

METODOLOGÍA

El estudio consistió en una encuesta aplicada a productores de aguacate del municipio de Cambita Garabitos, San Cristóbal, ubicado a los 18° 27’ latitud Norte y 70° 12’ longitud Oeste. El periodo de aplicación de la encuesta fue de mayo a julio del año 2017 y la misma se realizó mediante entrevistas a los productores en las reuniones del Clúster de Aguacate de Cambita, en la Cooperativa de Cambita y en las fincas. De los 102 productores encuestados: 45 estaban asociados al Clúster, 20 al Clúster y cooperativa, 14 a la cooperativa y 23 no estaban asociados.

Para la recolección de los datos fue usado un formulario con 68 parámetros agrupados en tres secciones: a) datos del productor, b) datos de la unidad productiva, y c) datos sobre las tecnologías usadas.

El cálculo del nivel de adopción de tecnología fue realizado utilizando la fórmula propuesta por Cenicaña (2014), según la cual se obtiene al dividir la cantidad de productores que evidencian estar haciendo uso de una determinada tecnología entre el total de productores de la muestra.

$$\%\ Adopción\ Tecnología = \frac{Productores\ que\ usan\ tecnología}{Total\ de\ productores}\ x100$$

Para clasificar en categorías el nivel de adopción de tecnología se utilizó el valor promedio del conjunto de prácticas utilizadas por la población bajo estudio, siguiendo la escala empleada por Barba, Espinosa y Suris (2015) y por Cenicaña (2014), que se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Categoría de nivel de adopción de tecnología

Categorías	**Puntaje (%)**	
	(Barba et al. 2015)	**(Cenicaña, 2014)**
Alto	76% a 100%	80% a 100%
Medio	51% a 75%	50% a 79%
Bajo	26% a 50%	20% a 49%
Muy Bajo	≤ 25%	< 20%

Una vez determinado el nivel de adopción de tecnología, se realizaron pruebas de contingencia de Chi Cuadrado con residuos ajustados, al 5% de error experimental, para identificar los factores que más incidían en la adopción de tecnologías; y pruebas de proporciones de Chi Cuadrado, al 5% de error, para medir la brecha tecnológica entre grupos de productores según los factores que resultaron significativos en la prueba de contingencia.

RESULTADOS

Nivel de adopción de tecnología

Los resultados de la encuesta revelaron que, de todas las tecnologías evaluadas, apenas cinco de ellas (11%) tienen un nivel de adopción alto; mientras que la gran mayoría (77%) puede considerarse con un nivel de adopción de bajo a muy bajo (Figura 1). Las tecnologías con un nivel alto de adopción son: el uso de la variedad Semil-34 (97%), la poda manual (96%), la labranza mínima (95%), la recolección manual (93%) y el uso de la variedad Benequer (80%), mientras que entre las tecnologías con un nivel de adopción muy bajo se pueden destacar las relacionadas con las labores de poda y de preparación de suelo, tales como: uso de motosierra (1%), subsoleo (1%), uso de chapiadora (2%), labranza convencional (2%), motosierra (3%); y uso de sistema de riego por goteo (3%), entre otros. El promedio general de adopción de tecnología es de 29%, lo que según Barba et. al. (2015) y Cenicaña (2014) se clasifica como bajo.

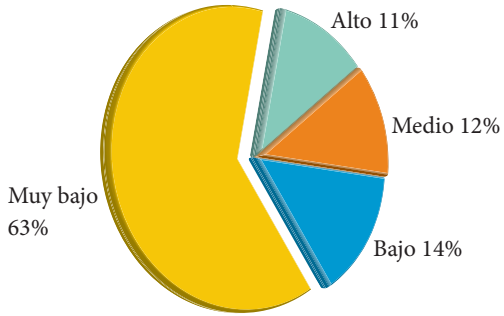


Figura 1. Distribución de las tecnologías utilizadas según nivel de adopción

Factores que causan brecha tecnológica

La prueba de contingencia reveló que los principales factores que causan brecha tecnológica entre los productores de aguacate de Cambita son: la certificación GlobalGAP, la asociatividad, el nivel de ingresos percibidos por la producción y el nivel educativo; según se detallan a continuación.

a) Certificación GlobalGAP:

La certificación GlobalGAP es la que más predomina entre los productores del Clúster de Aguacate debido a que garantiza el acceso al mercado de Europa, el cual es el segundo nicho de importancia para la venta de la producción. Dicha certificación constituye un factor relevante para la adopción de tecnología ya que los productores deben cumplir ciertos requisitos de producción que conllevan al uso de tecnologías que favorezcan la producción orgánica. Según los resultados de la encuesta, 30% de los productores posee certificación GlobalGAP, y del 70% restante el 30% está en proceso de obtenerla (Figura 2).

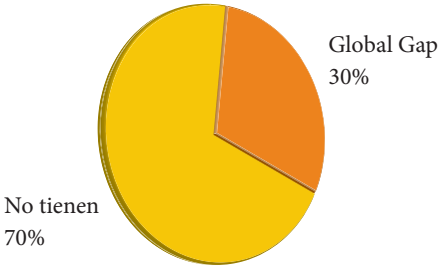


Figura 2. Grupo de productores con fincas certificadas y no certificadas

La tabla 2 muestra que son, precisamente los productores que poseen certificación GlobalGAP, los que tienen niveles más altos de adopción de tecnologías relacionadas con los sistemas de producción convencional y orgánica, la construcción de drenajes, el análisis de suelo y el uso de las TIC, entre otros. La única excepción es el control químico para el control de plagas y enfermedades, el cual es menos usado por productores certificados debido a restricciones impuestas por GlobalGAP acerca del uso de estos productos.

Tabla 2. Brecha tecnológica de los productores de aguacate según certificación GlobalGAP

Tecnologías	**Sin Certificación GlobalGAP**		**Con Certificación GlobalGAP**	
Producción convencional y orgánica	7%	B	23%	A
Construcción de drenaje	10%	B	30%	A
Análisis de suelo	49%	B	93%	A
Uso de internet	10%	B	37%	A

Tecnologías	Sin Certificación GlobalGAP		Con Certificación GlobalGAP	
Uso de celular y computadora	31%	B	53%	A
Uso de computadora	7%	B	27%	A
Variedad Carla	8%	B	27%	A
Control químico de plagas y enfermedades	28%	A	7%	B
Uso de motobomba	0%		13%	A

Nota: Porcentajes en una misma fila y con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de error.

b) Asociatividad

Las dos asociaciones más importantes que agrupan a los productores de Cambita son el Clúster de Aguacate y la Cooperativa de Productores de Aguacate. Del total de productores encuestados, 43% pertenece al Clúster, 14% a la Cooperativa, 20% tanto al Clúster como a la Cooperativa y 23% a ningún tipo de asociación (Figura 3).

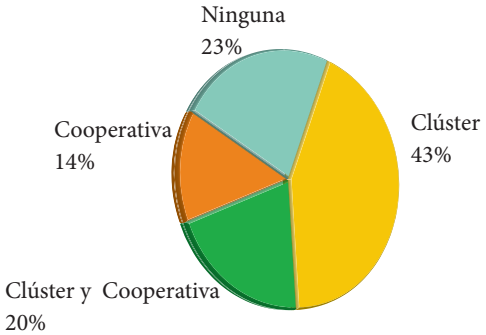


Figura 3. División de los productores por estatus organizativo

La tabla 3 muestra que los productores que pertenecen al Clúster son los que estadísticamente hacen un mayor uso de tecnologías relacionadas principalmente con el manejo del suelo y de las TIC, diferenciándose estadísticamente de aquellos que no pertenecen al Clúster. Esto se debe a que esta asociación brinda asistencia técnica al productor, sirve como canal para créditos y acceso al mercado internacional, y ofrece cursos y charlas a sus miembros para que estos incorporen tecnología de producción en sus fincas.

Tabla 3. Brecha tecnológica según asociatividad

Tecnologías	No asociados		Coopera-tiva		Clúster		Clúster y cooperativa	
Fincas Georreferenciadas	35%	B	57%	AB	69%	A	85%	A
Construcción de drenaje	0%	B	0%	B	27%	A	25%	AB
Análisis de suelo	9%	B	50%	A	82%	A	90%	A
Uso de internet	0%	B	7%	AB	24%	A	30%	A
Uso de celular	9%	BC	0%	C	33%	AB	55%	A
Uso de computadora	0%	B	7%	AB	24%	A	5%	AB
Fertilización química	57%	A	43%	AB	16%	B	35%	AB
Cosecha manual	74%	B	100%	A	100%	A	95%	AB

Nota: Porcentajes en una misma fila y con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de error.

c) Nivel de Ingresos

El nivel de ingresos es otro de los factores identificados como uno de los que tienen efecto sobre el nivel de adopción de tecnología. El Figura 4 muestra cómo están distribuidos los productores según el nivel de ingresos, constituyendo las clases más grandes los que perciben ingresos anuales de hasta 150 mil pesos (26%) y desde 151 hasta 300 mil (31%).

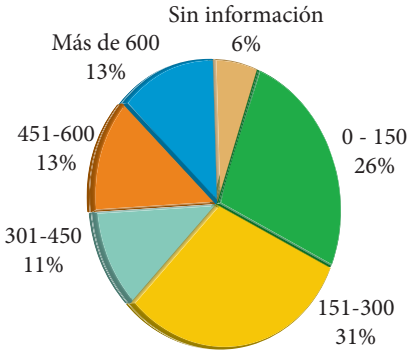


Figura 4. Productores según los ingresos recibidos por año por la venta de la producción (miles de pesos).

En sentido general, y según se puede observar en la tabla 4, los grupos con menores niveles de ingresos son los que presentan un menor nivel de adopción de tecnologías relacionadas con el análisis y preparación de suelo, y el uso de las TIC. Una excepción a esta norma se aprecia con el segundo grupo de mayores ingresos (451 a 600 miles de pesos anuales) el cual se diferenció del resto por tener el menor nivel de adopción de mínima labranza como tecnología de preparación de suelo.

Tabla 4. Brecha tecnológica según nivel de ingresos (miles de RD$)

Tecnologías	**0 a 150**		**151 a 300**		**301 a 450**		**451 a 600**		**Más de 600**	
Mínima labranza	96%	A	97%	A	82%	A	15%	B	100%	A
Análisis de suelo	28%	B	66%	AB	91%	A	85%	A	92%	A
Uso de internet	0%	B	16%	AB	9%	AB	38%	AB	46%	A
Uso celular y computadora	8%	B	44%	A	27%	AB	54%	A	77%	A
Uso de celular	4%	B	38%	A	27%	AB	31%	AB	54%	A
Variedad Semil-34	92%	AB	72%	B	100%	A	100%	A	100%	A

Nota: Porcentajes en una misma fila y con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de error.

d) Nivel de formación académica

El último factor que resultó significativo para la adopción de tecnología fue el nivel de formación académica de los productores. Según el Figura 5, más del 75% cuenta con un nivel primario o secundario, alrededor de un 20% ha realizado estudios universitarios o postuniversitarios, y apenas un 4% expresó no saber leer ni escribir. Cabe mencionar que las personas con educación secundaria y universitaria se dedican a otras actividades y asumen un rol de inversionista en la producción.

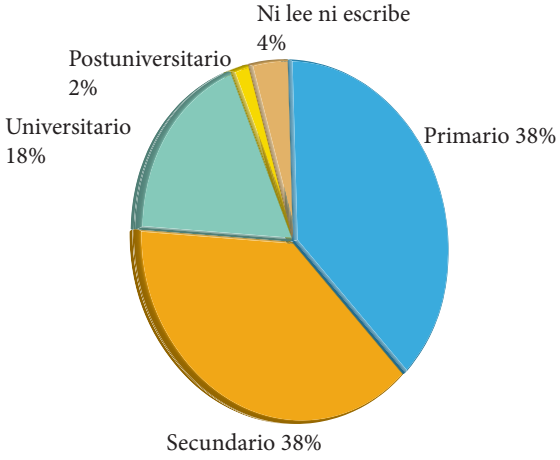


Figura 5. Distribución de los productores según nivel de formación académica

Según se puede observar en la tabla 5, el nivel de adopción de tecnología tiende a disminuir con el nivel de formación académica; siendo los productores con mayor formación académica los de mayor nivel de adopción de las tecnologías con las TIC.

Tabla 5. Brecha tecnológica según nivel educativo

Tecnologías	**Sin alfabetizar**		**Nivel primario**		**Nivel secundario**		**Nivel universitario**		**Nivel post-universitario**	
Motosierra para la poda	0%	B	0%	B	0%	B	100%	A	0%	B
Uso de computadora	0%	B	3%	B	8%	AB	44%	A	50%	A
Uso de celular	25%	B	15%	B	26%	B	44%	B	100%	A
Uso de internet	0%	C	3%	C	16%	BC	50%	B	100%	A

Nota: Porcentajes en una misma fila y con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de error.

CONCLUSIONES

En sentido general, el nivel de adopción de tecnología de los productores de aguacate de Cambita es bajo, ya que representa solo un 29% promedio; esto es debido principalmente a las limitaciones que representan las condiciones topográficas de los terrenos, las cuales solo permiten actividades de laboreo mínimas, las que son realizadas usando herramientas manuales.

El grupo de productores con menor nivel de adopción de tecnología es el de los no asociados, existiendo las mayores brechas tecnológicas entre estos y los productores asociados al clúster y/o la cooperativa con respecto al análisis de suelo, el uso de internet, de celulares y de computadora, así como las fincas georreferenciadas. La afiliación de los productores al Clúster de Aguacate de Cambita es el principal factor que favorece el uso de agrotecnologías, y además facilita otros factores como el crédito, titulación de tierras, capacitaciones, asistencia técnica, obtención de certificaciones y actualizaciones en las novedades del cultivo.

La certificación GlobalGAP es otro factor que favorece el uso de agrotecnologías debido a las exigencias de esta para cumplir con estándares internacionales de comercialización, lo que a su vez genera mayores ingresos que también influyen sobre una explotación más tecnificada.

La formación académica y el nivel de ingresos percibidos por la producción son los factores que principalmente propician el uso de las TIC (internet, computadoras, celulares y alguna APP), ya que los productores que tienden a usar estas tecnologías son los que tienen nivel educativo secundario o universitario y obtienen ingresos por producción más o menos altos.

BIBLIOGRAFÍA

Barba, A., Espinosa, J., & Suris, M. (Agosto de 2015). "Adopción de prácticas para el manejo agroecológico de plagas en la sandía" *(Citrullus lanatus Thunb.)* en Azuero, Panamá. Revista de Protección Vegetal, 30 (2). Recuperado el 27 de Julio de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522015000200004

Cenicaña (31 de diciembre de 2014). "Niveles de adopción de tecnología y avances del PAT". Obtenido de *Carta Informativa Cenicaña:* http://www.cenicana.org/web/ci/item/643-niveles-de-adopcion-de-tecnologia-y-avances-del-pat

Ministerio de Agricultura (2017). *Agricultura rinde cuentas gestión sector del 2017*. Obtenido de www.agricultura.gob.do: http://www.agricultura.gob.do/index.php/noticias/item/722-agricultura-rinde-cuentas-gestion-sector-del-2017

Polanco, M. (25 de marzo de 2014). "Cambita Garabitos: una 'potencia' en la producción de aguacate". *El Caribe*. Recuperado el 11 de marzo de 2017, de https://aduanasdigital.gob.do/2014/03/25/en-cambita-san-cristobal-hay-140-mil-tareas-sembradas-de-aguacate-y-2200-productores/

EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL HONGO MICORRÍCICO ARBUSCULAR *GLOMUS IRANICUM* VAR. *TENUIHYPHARUM* NOV EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE *(SOLANUM LYCOPERSICUM)* BAJO AMBIENTE PROTEGIDO EN LA FINCA EXPERIMENTAL "ANDRÉ M. VLOEBERG"

José Junior Caraballo[1]
César Alifonzo[2]
Félix Rondón[3]

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del hongo micorrícico arbuscular en el desarrollo vegetativo y en el rendimiento de la producción de tomate bajo invernadero se realizó una investigación en la Finca Experimental "André M. Vloeberg" del Instituto Politécnico Loyola, en San Cristóbal, República Dominicana, en el año 2019. El experimento fue realizado utilizando un Diseño Completamente al Azar con 3 tratamientos y 6 repeticiones durante todo el ciclo del cultivo. Los tratamientos consistieron en la aplicación de 1.2gr/Lit del producto MycoUp, que contiene como ingrediente activo la especie *Glomus iranicum* Var. *Tenuihypharum*, a los 7 días del trasplante (tratamiento 1), y a los 7 y a los 15 días del trasplante (tratamiento 3). El tratamiento 2 fue un testigo relativo sin aplicación. Las variables estudiadas fueron diámetro del tallo (mm), altura de la planta (cm), cantidad de flores, cantidad de frutos, pesos de frutos (gr),

1 Estudiante de término de Ingeniería Agroempresarial, IEESL

2 Asesor, Coordinador de Ingeniería Agroempresarial, IEESL

3 Asesor, Profesor de Ingeniería Agroempresarial, IEESL

largo de raíces, peso de raíces y rendimiento. Como resultado se encontró que, con dos aplicaciones, se obtuvieron los mejores resultados estadísticos en cuanto a altura de planta (232.1cm), diámetro del tallo (16.2mm), mientras que el tratamiento con una aplicación fue el que produjo plantas con mayor número de flores en la 4ta y en la 6ta semana (27.8 y 27.2 unidades/planta respectivamente). En las variables largo de raíces y rendimiento no se observó diferencia estadística significativa, aunque las plantas tratadas con dos aplicaciones presentaron mejores resultados (52.3cm y 6.7kg/m^2 respectivamente).

Palabras claves: Desarrollo Vegetativo, Producción de Tomate, Rendimiento, Invernadero, Micorriza.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate es el principal producto hortícola de la República Dominicana, tanto en consumo como en comercialización, con una producción estimada en el año 2019 de 5,767,332 quintales. Sin embargo, 318,144 quintales se utilizaron para la exportación de tomate a diversos países y el consumo interno fue de 5,456,703 quintales (Ministerio de Agricultura, 2019).

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos conlleva un alto riesgo al medio ambiente debido a la contaminación de aguas subterráneas y a los suelos donde son aplicados (Martinez, 2018). Cuando la cantidad de fertilizante aplicada excede la cantidad absorbida por los cultivos, o cuando es removido de la superficie del suelo por el agua o el viento antes de la absorción, ocurre la contaminación por fertilizantes. El exceso de nitrógeno y fosfato puede filtrarse al agua subterránea o ser absorbido por los cursos de agua. Esta sobrenutrición puede conducir a la eutrofización de lagos, embalses y estanques, y hacer que las algas exploten, inhibiendo así otras plantas y animales acuáticos (Martinez, 2018).

Uno de los métodos alternativos para resolver este problema es mejorar la eficiencia de la absorción de nutrientes por parte de las plantas, de modo que se pueda obtener una cosecha satisfactoria con menos fertilizante. La incorporación de hongos micorrícicos es una alternativa para para absorber los nutrientes del suelo y transferirlos a las plantas (Barrera, 2015).

Barrera (2015) confirmó que los principales beneficios de la micorriza están relacionados con la nutrición vegetal, que ayuda a la asimilación de nutrientes en las plantas, promoviendo así el aumento del rendimiento y la mejora de la calidad biológica. También mejora la tolerancia de las plantas a muchos factores de estrés: sequía, desequilibrio de pH, alta salinidad, exceso de viento, etc. Esto se debe a que, en un sentido general, promueve la evapotranspiración completa de las plantas y permite que las plantas tengan mejores funciones fisiológicas.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación del hongo micorrícico arbuscular *Glomus iranicum* Var. *Tenuihypharum* Nov en las características vegetativas y de producción del cultivo de tomate *(Solanum lycopersicum)* bajo invernadero en la finca experimental "André M. Vloeberg".

METODOLOGÍA

Esta investigación fue realizada en el invernadero No. 1 de la Finca Experimental "André M. Vloeberg" del Instituto Politécnico Loyola, que está ubicada cerca de la urbanización Los Rosales en Madre Vieja Sur, San Cristóbal, República Dominicana.

Se utilizó un diseño completamente al azar que estuvo compuesto por 3 tratamientos y 6 repeticiones. El área experimental consistió en 6 camas divididas en 3 secciones cada una.

Utilizando una distribución de tres tratamientos:

- El tratamiento 1: se aplicó el hongo de la micorriza a los 7 días después del trasplante a dosis de 24 gr diluida en la bomba de 20 litros de agua.
- El tratamiento 2: no tuvo ninguna aplicación.
- El tratamiento 3: se aplicó el hongo de la micorriza a los 7 días después del trasplante y a los 15 días después del trasplante a dosis de 24gr en la bomba de 20 litros de agua.

Al momento del trasplante del cultivo de tomate en el invernadero se aplicó el producto MycoUp que contiene un hongo micorrícico arbuscular como ingrediente activo la especie *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* var. nov., en un sustrato mineral arcilloso, con una concentración de 120 propágulos por gramo de sustrato (según el método del Número Más Probable), utilizando una dosis de aplicación del producto

de 3 kg/Ha, lo que equivale a 12 gr por camas de 140 metros. Las variables evaluadas en el desarrollo vegetativo de la planta fueron: diámetro de tallo (mm), altura de la planta (cm), largo de raíces (cm) y peso de raíces. Las variables evaluadas en la producción del cultivo fueron: número de frutos por planta, peso del fruto, cosecha por planta, peso del fruto y rendimiento.

RESULTADOS

Según el análisis de la varianza (ANAVA) las aplicaciones de micorriza no tuvieron efectos estadísticos significativos sobre las variables estudiadas de peso de raíz, largo de raíz y rendimiento; mientras que las variables que sí tuvieron efecto significativo fueron diámetro del tallo (semanas 2, 5, 9, 10, 11, 12 y 13), altura de la planta (semana 9), cantidad de flores (semanas 4 y 6) y cantidad de frutos (semana 5), tal como se percibe en la tabla.

Tabla 1. Resultado del análisis de varianza

Variable	Descripción	Cv	Prob.
DI02	Diámetro de tallo Semana (cm) 2	7.48	0.0095
DI05	Diámetro de tallo Semana (cm) 5	7.93	0.0306
DI09	Diámetro de tallo Semana (cm) 9	6.49	0.0188
DI10	Diámetro de tallo Semana (cm) 10	4.49	0.0018
DI11	Diámetro de tallo Semana (cm) 11	4.21	0.0086
DI12	Diámetro de tallo Semana (cm) 12	4.21	0.0165
DI13	Diámetro de tallo Semana (cm) 13	4.51	0.0427
ALT09	Altura de planta Semana (cm) 9	2.70	0.0219
FL04	Floración Semana 4	14.01	0.0229
FL06	Floración Semana 6	14.66	0.0255
FR05	Fructificación Semana 5	100.25	0.0528

En la tabla dos perciben los resultados de la prueba de separación de media Tukey, al 5% de las variables bajo el estudio.

En relación diámetro acumulado por siete semanas, el tratamiento 3 (dos aplicaciones) resultó ser el de mayor diámetro, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos

2 (0 aplicaciones) y 1 (1 aplicación), se deduce que una mayor aplicación de hongo micorrícico arbuscular produce un mayor diámetro de plantas en el cultivo del tomate. Esto eventualmente se traducirá en una mayor producción ya que plantas con tallos más gruesos son capaces de sostener mejor el peso de los frutos producidos sin romperse.

En referencia a la altura de la planta del tratamiento 3 (234.14 A) fue el que obtuvo una altura estadísticamente mayor en comparación con los otros tratamientos, al comparar la frecuencia de aplicación que se realizó en los tratamientos se manifiesta que el tratamiento 3 tiene una mayor altura de la planta debido a que al mismo se aplicó el hongo micorrícico arbuscular dos veces durante el ciclo del cultivo, mostrando mayor crecimiento que el testigo (tratamiento 2).

Lo anterior coincide con los encontrado por Altamirano (2013) quien obtuvo que los mejores resultados altura de planta en los tratamientos que recibieron dosis de 20gr de micorrizas en la fase de vivero y 60gr de micorrizas en la fase de campo. En relación con el largo y al peso de la raíz no se percibieron diferencias significativas.

Respectivo al número de flores tratamiento 1 (una aplicación) resultó ser el de mayor número de flores, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos 2 (0 aplicaciones) y 3 (2 aplicación). Hernández (2012) obtuvo resultados que coinciden con los obtenidos ya que precisamente se obtuvo mayor floración en los tratamientos que no necesariamente aplicaron las mayores dosis de micorrizas.

Se perciben diferencias estadísticas significativa en la variable número de frutos en el tratamiento 3 (1.67 A), el cual se asemejó al tratamiento 2 (0.83 AB) y se diferenció del tratamiento 2 (0.25 B), el cual tuvo la menor cantidad.

No se visualizaron diferencias en relación con el rendimiento. Esto se diferencia de lo obtenido por Alvarado, Díaz y Ángeles (2014) que observaron incremento de 30% en el del rendimiento de tomate el hongo.

Tabla 2. Resultado separación de media Tukey de las variables bajo estudio

Variables	**T1**	**T2**	**T3**
Diámetro del tallo (mm)	15.31 AB	15.08 B	16.15 A
Altura de planta (cm)	229.2 AB	221.3 B	234.14 A
Largo de la raíz (cm)	48.21 A	48.42 A	52.29 A

Variables	T1	T2	T3
Peso de la raíz (gr)	75.67 A	80.4 A	104.04 B
Numero de flores	27.79 A	25.04 AB	21.38 B
Numero de frutos	0.25 B	0.83 AB	1.67 A
Rendimiento por planta gr/m2	658.42 A	680.88 A	963.4 A

CONCLUSIONES

El tratamiento con dos aplicaciones del hongo micorrícicos *Glomus iranicum* Var. *Tenuihypharum* Nov fue el que produjo mayor diámetro de tallo (16.2 mm), mayor altura (232.1 cm). También fue el que produjo raíces de mayor longitud (52.3 cm) y peso (104.7 gr), aunque no se diferenció estadísticamente de los demás tratamientos.

El tratamiento con una aplicación del hongo micorrícico arbuscular fue el que produjo plantas con mayor número de flores en la 4ta y 6ta semanas (27.8 y 27.2 unidades/planta respectivamente).

Aunque en la variable de rendimiento por planta no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas con respecto a los otros tratamientos. El tratamiento con dos aplicaciones del hongo micorrícico arbuscular de la micorriza obtuvo un mayor rendimiento de producción (6.7kg/m2)

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, M., Díaz, A., & Ángeles Peña, M. (Enero de 2014). "Productividad de tomate mediante micorriza arbuscular en agricultura protegida". Obtenido de *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas:* http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000300014

Barrera, J. (2015). *Uso y manejo de las micorrizas.* Recuperado el 17 de Septiembre de 2020, de Engormix: https://www.engormix.com/agricultura/articulos/uso-manejo-micorrizas-investigacion-t32322.htm

Hernandez, L. H. (diciembre de 2012). *El efecto de micorrizas sobre la biomasa y rendimiento de tomate en campo abierto en General Cepeda.* Recuperado el 25 de Septiembre de 2020, de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro: http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5744/T19608%20HERNANDEZ%20HERNANDEZ,%20LINO%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1

Martínez, R. (2018). *Los peligros de los fertilizantes químicos.* Recuperado el 10 de Septiembre de 2020, de Bioeco: https://www.bioecoactual.com/2018/02/21/los-peligros-los-fertilizantes-quimicos/

Ministerio de Agricultura. (2019). *Consumo estimado de los principales productos agropecuarios.* Recuperado el 20 de Septiebre de 2020, de Ministerio de Agricultura: http://agricultura.gob.do/category/estadisticas-agropecuarias/consumo-de-productos-agropecuarios/

EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DEL VIVERO DE PLANTAS ORNAMENTALES DE LA FINCA EXPERIMENTAL "ANDRÉ VLOEBERGH"

Leivis De Jésus[1]
José Ariel Caro[1]
Laura Pérez[1]
Félix Rondón[2]

RESUMEN

El vivero de ornamentales de la Finca Experimental "André Vloeberg" del Instituto Politécnico Loyola posee una Rotación de Inventario muy baja debido a que las especies que allí se producen suelen durar más del tiempo que deberían en comparación con otros viveros de la zona de San Cristóbal, al sur de República Dominicana. Esta investigación se enfocó en evaluar la rentabilidad del vivero mediante el cálculo de algunos indicadores financieros tales como Punto de Equilibrio, Rotación de Inventario y Costos de Producción. Los resultados encontrados demostraron que: a) el vivero de ornamentales está vendiendo por encima del Punto de Equilibrio, al 142% de su capacidad; b) solo el 43% de las especies vendidas tiene un margen de utilidad positivo superando el límite mínimo para alcanzar el Punto de Equilibrio; y c) solo el 20% de la especies vendidas tiene una Rotación de Inventario superior o igual al promedio anual de la zona de 1.5.

Palabras clave: Punto de Equilibrio, Rotación de Inventario, Rentabilidad, Vivero, Plantas Ornamentales.

1 Sustentante. Estudiante de término de Ingeniería Agroempresarial, IEESL.

2 Asesor. Profesor de Ingeniería Agroempresarial, IEESL.

INTRODUCCIÓN

Desde el 2001, la Finca Experimental del Instituto Politécnico Loyola cuenta con un vivero que se dedica a la producción y venta de plantas ornamentales al público en general en San Cristóbal (Instituto Politécnico Loyola, 2017). Uno de los principales problemas en este vivero es la falta de indicadores económicos o financieros que permitan medir la rentabilidad de este, por lo que no se sabe si el volumen de producción es el óptimo para asegurar beneficio contable.

Un ejemplo de esto es que, del área total del vivero, de 703.39 m^2, solo se utilizan unos 465.39 m2, representando esto un 66% de aprovechamiento del área de producción, lo cual para el período 2014-2017 se tradujo en un volumen promedio de venta anual de 1,233.7 plantas, desconociéndose por completo si con esto se alcanza el Punto de Equilibrio económico (Finca Experimental André Vloeberg, 2018).

Otro elemento importante por tomar en cuenta es que se desconoce si la Rotación de Inventario de las plantas en el vivero alcanza los niveles que se esperan en el mercado, los cuales se estiman entre 1.5 y 2.0 veces en los viveros de plantas ornamentales ubicados en el municipio de San Cristóbal (Montero, 2018).

Desde 2014 hasta 2017 las ventas de ornamentales en la Finca Experimental han generado ingresos anuales promedios de RD$98,290.09, representando un 5% de los ingresos totales de la Finca. No obstante, debido a que no se lleva un control de gastos en el vivero, se desconoce si estos ingresos anuales, comparándolos con los Costos de Producción, son suficientes para asegurar márgenes de utilidad bruta que se traduzcan en ganancias (Finca Experimental André Vloeberg, 2018).

Determinar el Punto de Equilibrio, la Rotación de Inventario y los márgenes de utilidad bruta de cada una de las especies permitirá evaluar la rentabilidad actual del vivero de plantas ornamentales y servirá como punto de partida para tomar decisiones que ayuden a mejorarla.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en el área del vivero de plantas ornamentales de la Finca Experimental del Instituto Politécnico Loyola "André Vloebergh", la cual está ubicada

en Madre Vieja Sur, San Cristóbal, a una altitud de 43 msnm y cuyas coordenadas geográficas son: 18° 25' latitud Norte y 70° 06' longitud Oeste (Instituto Politécnico Loyola, 2017).

Para la recopilación de los datos se realizó un inventario de las plantas ornamentales del invernadero, un levantamiento de los costos y de los ingresos relacionados con el invernadero de ornamentales.

Para realizar el inventario, las plantas fueron clasificadas por categorías tomando en cuenta el volumen en kilogramos de los tarros y de las fundas en que se encontraban sembradas. Para hacer el cálculo de los Costos de Producción anual: a) se contabilizó la mano de obra, los insumos, y los equipos y herramientas utilizados en el área destinada para las especies de ornamentales durante un año; b) se calculó la depreciación anual de la infraestructura y de los equipos; y c) se estimó el consumo de energía anual de la bomba utilizada para el riego.

En cuanto a la estimación de los ingresos anuales, se consultó el informe de ventas de plantas ornamentales de los años 2014-2017, se obtuvo un promedio de las cantidades vendidas por cada especie en los referidos años y se seleccionaron los precios del último año (2017) para hacer los cálculos de rentabilidad usando los indicadores financieros.

Los datos colectados fueron utilizados para calcular los Costos de Producción, la Rotación de Inventario (RI), el Punto de Equilibrio (PE) y el margen de utilidad (MU).

Costos de Producción

Para calcular los Costos de Producción se estimó el monto de los recursos necesarios para llevar a cabo el funcionamiento del vivero además de calcular el costo fijo anual de producción de la Finca Experimental y los costos promedios por especie. Dichos costos fueron luego clasificados en costos fijos y costos variables. Los costos fijos vienen dados por las herramientas e infraestructura del vivero a los cuales se les tomó la depreciación como costo fijo anual. En el caso de los costos variables promedios se tomaron como referencia los costos de los insumos requeridos desde la reproducción de las plantas hasta el momento de la venta, incluyendo la mano de obra y el consumo de energía eléctrica.

Rotación de Inventario (RI)

Para estimación de la Rotación de Inventario (RI) se estimó el promedio de ventas de cada especie por año utilizando los registros de venta de los años 2014 – 2017; y, teniendo en cuenta la existencia de plantas en el inventario realizado, se calculó la RI utilizando la fórmula:

RI = Venta anual promedio (VA) / inventario

El resultado fue comparado con la RI promedio de los invernaderos de ornamentales de la zona de San Cristóbal, la cual fue estimada en 1.5 a 2.0 veces en un año (Jardín Botánico Nacional "Dr. Rafael Ma. Moscoso", 2015).

Punto de Equilibrio (PE)

El cálculo del punto del Punto de Equilibrio (PE) se realizó en dos etapas. Primero se calculó el Margen de Contribución (MC) de cada especie mediante la fórmula:

$$MC = P - CVP$$

Donde:

P = Precio de la especie n
CVP = Costo Variable Promedio de la especie n

Luego se calculó la cantidad mínima que debería ser producida de cada especie (Q_1) para cubrir los costos fijos en caso de que esta fuera la única especie en ser producida en el vivero. La fórmula utilizada fue:

$$Q_1 = CF / MC$$

Donde:

CF = Costo Fijo del vivero
MC = Margen de Contribución de la especie n

Después se calculó el Margen Ponderado (MP) el cual es la sumatoria de los productos de los márgenes de contribución de cada especie por el porcentaje de la venta anual que representa:

$$MP = \Sigma (MC_n * \%VA_n)$$

Donde:

MCn = Margen de Contribución de la especie n
$\%VA_n$ = Cantidad vendida de la especie n entre el total de venta anual del invernadero

Finalmente se calculó la cantidad mínima que debería ser producida de cada especie asumiendo que en el vivero se producen todas las demás especies (Q_2). Este es el Punto de Equilibrio (PE) de cada especie en el vivero de plantas ornamentales de la Finca Experimental del Loyola:

$$Q^2 = CF / MP * \%VA_n$$

Donde:

CF = Costo Fijo
MP = Margen Ponderado
$\%VA_n$ = Cantidad vendida de la especie n entre el total de venta anual del invernadero

Margen de utilidad

El Margen de Utilidad (MU) o Beneficio fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$MU = Q (P - CTP)$$

Donde:

P = Precio
CTP = Costo Total Promedio

RESULTADOS

Diagnóstico inicial

El vivero de ornamentales analizado en este estudio tiene un área útil de 465.39 m^2, con un inventario promedio de 975 plantas correspondientes a 54 especies. La tabla 1 muestra los tipos de envase utilizados en el vivero, el precio, el costo variable

promedio de las plantas producidas en cada tipo de envase, y el porcentaje de CVP que representa cada tipo de envase. Según se observa, el tipo de envase tiene un impacto significativo en el CVP, llegando a representar hasta el 73.7% del costo variable en las plantas producidas en tarros de 20.9Kg. El 64% de las plantas es producido utilizando envases que representan más del 50% del costo variable promedio.

Tabla 1. Distribución del inventario de ornamentales según tipo de envase

Envase	Precio envase (RD$)*	CVP	% CVP	Frecuencia
Tarro 5.1 Kg	30.00	56.90	52.7%	26.6%
Tarro 13.0 Kg	65.00	96.32	67.5%	20.5%
Tarro 20.9 kg	100.00	135.70	73.7%	1.0%
Colgadera 4.4 kg	53.00	79.51	66.75	15.9%
Funda de 2.0	1.30	26.46	4.9%	25.9%
Funda 7.4 kg	1.30	29.48	4.4%	10.1%

** Precios en pesos dominicanos (RD$) en junio de 2017*

Costos de Producción

El costo fijo anual del invernadero fue estimado en RD$ 84,649.05 distribuido en tres renglones: riego (11%), materiales (32%), y mano de obra (57%) (Figura 1). El riego fue incluido como parte de los costos fijos ya que se aplica regularmente en forma interdiaria a toda la extensión del invernadero, sin importar la cantidad de plantas presentes en el inventario. De igual manera, la mano de obra fue considerada como costo fijo debido a que se trata del personal asignado exclusivamente al manejo rutinario y el mantenimiento del vivero sin importar el volumen de producción.

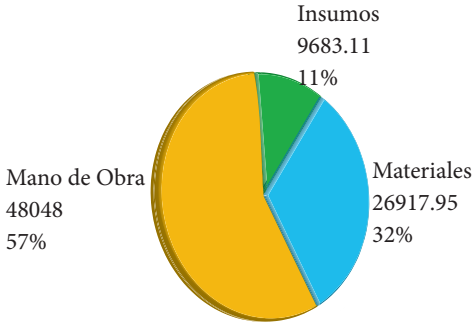


Figura 1. Distribución de los costos fijos del invernadero de ornamentales

La tabla 2 muestra el costo variable promedio (CVP), el costo fijo promedio (CFP) y el costo total promedio (CTP) de cada una de las 54 especies presentes en el vivero. Para calcular el CVP fueron tomadas en cuenta las cantidades de insumos utilizadas en cada planta, según su especie; mientras que el CFP fue calculado dividiendo en CF total entre el inventario promedio anual.

Tabla 2. Costos promedios de producción de los ornamentales en el vivero

Nombre científico	**CVP**	**CFP**	**CTP**
Adenium obesum	56.86	86.86	143.72
Adonidia merrillii	56.86	86.86	143.72
Allamanda cathartica	29.44	86.86	116.30
Anglaonema commutatum	56.86	86.86	143.72
Anturium andrearum	26.42	86.86	113.28
Artocarpus altilis	26.42	86.86	113.28
Begonia aconitifolia	79.47	86.86	166.33
Bougainvillea spectabilis	93.14	86.86	180.00
Breynia nivosa	29.44	86.86	116.30
Bromelia spp	135.66	86.86	222.52
Cantua buxifolia	26.42	86.86	113.28
Catasetum integerrimum	26.42	86.86	113.28
Chlorophytum comosum	26.42	86.86	113.28

Nombre científico	CVP	CFP	CTP
Coccoloba uvífera	26.42	86.86	113.28
Codieaeu variegatum	26.42	86.86	113.28
Cyca circinalis	96.28	86.86	183.14
Delonix regia	26.42	86.86	113.28
Dichondra argentea	79.47	86.86	166.33
Dieffenbachia picta	26.42	86.86	113.28
Dracaena deremensis	79.47	86.86	166.33
Dracaena fragrans	135.66	86.86	222.52
Dracaena reflexa	26.42	86.86	113.28
Dracaena reflexa	26.42	86.86	113.28
Dypsis lutescens	56.86	86.86	143.72
Euphorbia milii	96.28	86.86	183.14
Euphorbia pulcherrima	29.44	86.86	116.30
Ficus benjamina	96.28	86.86	183.14
Ficus carica	96.28	86.86	183.14
Ficus elastica	56.86	86.86	143.72
Gypsophila paniculata	26.42	86.86	113.28
Howea belmoreana	56.86	86.86	143.72
Hoya carnosa	29.44	86.86	116.30
Impatiens balsamina	79.47	86.86	166.33
Ixora mexicana	26.42	86.86	113.28
Lilium spp	26.42	86.86	113.28
Lippia micromera	26.42	86.86	113.28
Malva silvestris	29.44	86.86	116.30
Malva sylvestris	26.42	86.86	113.28
Phalaenopsis hieroglyphica	79.47	86.86	166.33
Pimenta racemosa	26.42	86.86	113.28
Plumbago auriculata	79.47	86.86	166.33
Podocarpus spp	135.66	86.86	222.52

Nombre científico	CVP	CFP	CTP
Portulaca oleracea	56.86	86.86	143.72
Rhizophora mangle	56.86	86.86	143.72
Rosa spp	29.44	86.86	116.30
Sabal umbraculifera	96.28	86.86	183.14
Sansevieria trifasciata	56.86	86.86	143.72
Sesbania grandiflora	96.28	86.86	183.14
Stenocereus queretaroensis	26.42	86.86	113.28
Tracheophyta spp	96.28	86.86	183.14
Tradescantia spathacea	56.86	86.86	143.72
Tradescantia zebrina	79.47	86.86	166.33
Wallenia laurifolia	29.44	86.86	116.30
Zephyranthes carinata	79.47	86.86	166.33

Rotación de Inventario

La Rotación de Inventario (RI) promedio de la zona bajo estudio fue calculada entre 1.5 y 2.0 al año, ya que, en promedio, una planta permanece en el vivero alrededor de 6 a 8 meses. Este fue el indicador utilizado para evaluar la RI de cada una de las especies presentes en el vivero de ornamentales (Tabla 3).

Según se puede observar, solo 11 (20%) de las 54 especies presentes tienen una Rotación de Inventario igual o superior al promedio de la zona. Entre estás están *Adenium obseum* (12.4), *Anglaonema commutatum* (11.31), *Lilium* spp (7.67), *Phalaenopsis hieroglyphica* (5.65), *Tracheophyta* spp (5.50), *Rhizophora mangle* (4.25) y *Portulaca oleracea* (3.42).

Tabla 3. Rotación de Inventario del vivero de ornamentales

Nombre científico	Venta Anual Promedio	Inventario	RI
Adenium obesum	62	5	12.40
Adonidia merrillii	11	20	0.54

Nombre científico	Venta Anual Promedio	Inventario	RI
Allamanda cathartica	1	39	0.03
Anglaonema commutatum	45	4	11.31
Anturium andrearum	1	1	1.00
Artocarpus altilis	2	3	0.67
Begonia aconitifolia	47	29	1.63
Bougainvillea spectabilis	11	24	0.45
Breynia nivosa	7	30	0.22
Bromelia spp	2	2	0.88
Cantua buxifolia	1	7	0.14
Catasetum integerrimum	0	5	0.00
Chlorophytum comosum	2	5	0.40
Coccoloba uvífera	0	18	0.00
Codieaeu variegatum	13	24	0.54
Cyca circinalis	5	10	0.50
Delonix regia	2	26	0.08
Dichondra argentea	15	5	3.00
Dieffenbachia picta	0	5	0.00
Dracaena deremensis	14	16	0.86
Dracaena fragrans	18	19	0.93
Dracaena reflexa	4	4	1.06
Dracaena reflexa	19	30	0.64
Dypsis lutescens	110	66	1.67
Euphorbia milii	14	31	0.44
Euphorbia pulcherrima	1	13	0.10
Ficus benjamina	2	14	0.13
Ficus carica	0	17	0.00
Ficus elastica	1	13	0.08
Gypsophila paniculata	2	7	0.25

Nombre científico	Venta Anual Promedio	Inventario	RI
Howea belmoreana	0	14	0.00
Hoya carnosa	3	6	0.42
Impatiens balsamina	3	3	1.00
Ixora mexicana	94	56	1.68
Lilium spp	23	3	7.67
Lippia micromera	5	4	1.31
Malva silvestris	0	6	0.00
Malva sylvestris	29	162	0.18
Phalaenopsis hieroglyphica	57	10	5.65
Pimenta racemosa	2	5	0.35
Plumbago auriculata	3	5	0.60
Podocarpus spp	0	3	0.00
Portulaca oleracea	10	3	3.42
Rhizophora mangle	9	2	4.25
Rosa spp	7	65	0.11
Sabal umbraculifera	1	45	0.02
Sansevieria trifasciata	0	8	0.00
Sesbania grandiflora	0	1	0.00
Stenocereus queretaroensis	0	6	0.00
Tracheophyta spp	11	2	5.50
Tradescantia spathacea	18	43	0.41
Tradescantia zebrina	6	14	0.45
Wallenia laurifolia	4	12	0.31
Zephyranthes carinata	3	5	0.65

Punto de Equilibrio (PE)

El PE fue analizado en 44 de las 54 especies del vivero de ornamentales ya que se carecía de la información necesaria para hacer el análisis a las 10 especies restantes.

La tabla 4 muestra el porcentaje de las ventas con respecto a las existencias (%VA), el precio (P), el margen de contribución (MC, ganancia obtenida sin haber quitado los costos fijos promedios), la producción mínima necesaria si se produjera una sola especie en el vivero (Q1), y la producción mínima de cada especie si se produjera en conjunto con el resto de las plantas (Q2), la relación porcentual que indica el valor de lo que se está produciendo entre lo que se debería producir (VA/Q2). Se obtuvo como resultado que las plantas cuyo margen de contribución es positivo están por encima del Punto de Equilibrio, al resto de las especies no se le calculó el P.E debido a que poseen un margen negativo, lo cual genera pérdidas para el vivero.

Estos datos demuestran que el vivero de ornamentales de la Finca está vendiendo por encima del Punto de Equilibrio, a una capacidad de 142%, mostrando que las ventas superan el límite mínimo para alcanzar el Punto de Equilibrio. Las ventas anuales promedio son de 697 plantas, lo que es muy superior al total mínimo (Q3) de 490 plantas anuales necesarias para alcanzar el PE.

Tabla 4. Punto de Equilibrio de las especies del vivero de ornamentales

Nombre científico	**%VA**	P	**MC**	**Q_1**	**Q_2**	**VA/Q2**
Adenium obesum	0.0890	250.00	193.14	438	44	142%
Adonidia merrillii	0.0154	550.00	493.14	172	8	142%
Allamanda cathartica	0.0014	300.00	270.56	313	1	142%
Anglaonema commutatum	0.0649	65.00	8.14	10,401	32	142%
Anturium andrearum	0.0014	175.00	148.58	570	1	142%
Artocarpus altilis	0.0029	50.00	23.58	3,591	1	142%
Begonia aconitifolia	0.0678	250.00	170.53	497	33	142%
Bougainvillea spectabilis	0.0154	100.00	6.86	12,341	8	142%
Breynia nivosa	0.0093	40.00	10.56	8,018	5	142%
Bromelia spp	0.0025	250.00	114.34	741	1	142%
Cantua buxifolia	0.0014	100.00	73.58	1,151	1	142%
Chlorophytum comosum	0.0029	166.67	140.25	604	1	142%
Codieaeu variegatum	0.0187	75.00	48.58	1,743	9	142%
Cyca circinalis	0.0072	250.00	153.72	551	4	142%

Nombre científico	%VA	P	MC	Q_1	Q_2	VA/Q2
Delonix regia	0.0029	75.00	48.58	1,743	1	142%
Dichondra argentea	0.0215	350.00	270.53	313	11	142%
Dracaena deremensis	0.0197	150.00	70.53	1,201	10	142%
Dracaena fragrans	0.0255	350.00	214.34	395	12	142%
Dracaena reflexa	0.0276	100.00	73.58	1,151	14	142%
Dracaena reflexa	0.0061	50.00	23.58	3,591	3	142%
Dypsis lutescens	0.1579	300.00	243.14	348	77	142%
Euphorbia milii	0.0194	300.00	203.72	416	9	142%
Euphorbia pulcherrima	0.0018	100.00	70.56	1,200	1	142%
Ficus benjamina	0.0025	400.00	303.72	279	1	142%
Ficus elastica	0.0014	250.00	193.14	438	1	142%
Gypsophila paniculata	0.0025	250.00	223.58	379	1	142%
Hoya carnosa	0.0036	250.00	220.56	384	2	142%
Impatiens balsamina	0.0043	50.00	-29.47	-	2	142%
Ixora mexicana	0.1353	25.00	-1.42	-	66	142%
Lilium spp	0.0330	100.00	73.58	1,151	16	142%
Lippia micromera	0.0075	80.00	53.58	1,581	4	142%
Malva sylvestris	0.0409	50.00	23.58	3,591	20	142%
Phalaenopsis hieroglyphica	0.0811	825.00	745.53	114	40	142%
Pimenta racemosa	0.0025	150.00	123.58	685	1	142%
Plumbago auriculata	0.0043	50.00	-29.47	-	2	142%
Portulaca oleracea	0.0147	212.5	155.64	544	7	142%
Rhizophora mangle	0.0122	120.00	63.14	1,341	6	142%
Rosa spp	0.0100	125.00	95.56	886	5	142%
Sabal umbraculifera	0.0014	50.00	-46.28	-	1	142%
Tracheophyta spp	0.0158	250.00	153.72	551	8	142%
Tradescantia spathacea	0.0251	62.50	5.64	15,010	12	142%

Nombre científico	%VA	P	MC	Q_1	Q_2	VA/Q2
Tradescantia zebrina	0.0090	235.00	155.53	545	4	142%
Wallenia laurifolia	0.0054	150.00	120.56	702	3	142%
Zephyranthes carinata	0.0047	50.00	-29.47	-	2	142%
				Q_3 =	490	

Margen de Utilidad

La tabla 5 detalla el margen de utilidad (P-CTP), los ingresos totales (IT), costos totales (CT), los beneficios (B) producidos por 45 de las especies del vivero de ornamentales en el período 2014 – 2017. Estos resultados indican que los precios de 21 especies generan pérdidas para la empresa que tiene un margen de utilidad negativo. Esto causa que los beneficios anuales promedio, aunque son positivos (RD$ 60,103.51), sean relativamente bajos.

Por ejemplo, si la diferencia promedio entre los precios y los costos totales promedio fuera de un 20%, los beneficios totales experimentarían un incremento de hasta RD$ 30,000.00 (50% aproximadamente).

Tabla 5. Margen de utilidad de las plantas del vivero de ornamentales

Nombre científico	(P-CTP)	IT	CT	B
Adenium obesum	106.28	15,500.00	8,910.53	6,589.47
Adonidia merrillii	406.28	5,912.50	1,544.97	4,367.53
Allamanda cathartica	183.70	300.00	116.30	183.70
Anglaonema commutatum	-78.72	2,941.25	6,503.25	-3,562.00
Anturium andrearum	61.72	175.00	113.28	61.72
Artocarpus altilis	-63.28	100.00	226.56	-126.56
Begonia aconitifolia	83.67	11,812.50	7,859.01	3,953.49
Bougainvillea spectabilis	-80.00	1,075.00	1,934.98	-859.98
Breynia nivosa	-58.80	373.75	755.94	-382.19
Bromelia spp	27.48	437.50	389.41	48.09

Nombre científico	(P-CTP)	IT	CT	B
Cantua buxifolia	-13.28	100.00	113.28	-13.28
Chlorophytum comosum	53.39	333.34	226.56	106.78
Codieaeu variegatum	-38.28	975.00	1,472.62	-497.62
Cyca circinalis	66.86	1,250.00	915.69	334.31
Delonix regia	-38.28	150.00	226.56	-76.56
Dichondra argentea	183.67	5,250.00	2,494.92	2,755.08
Dracaena deremensis	-16.33	2,062.50	2,287.01	-224.51
Dracaena fragrans	127.48	6,212.50	3,949.70	2,262.80
Dracaena reflexa	-13.28	1,925.00	2,180.61	-255.61
Dracaena reflexa	-63.28	212.50	481.43	-268.93
Dypsis lutescens	156.28	33,000.00	15,809.01	17,190.99
Euphorbia milii	116.86	4,050.00	2,472.37	1,577.63
Euphorbia pulcherrima	-16.30	125.00	145.37	-20.37
Ficus benjamina	216.86	700.00	320.49	379.51
Ficus elastica	106.28	250.00	143.72	106.28
Gypsophila paniculata	136.72	437.50	198.24	239.26
Hoya carnosa	133.70	625.00	290.75	334.25
Impatiens balsamina	-116.33	150.00	498.98	-348.98
Ixora mexicana	-88.28	2,356.25	10,676.48	-8,320.23
Lilium spp	-13.28	2,300.00	2,605.40	-305.40
Lippia micromera	-33.28	420.00	594.71	-174.71
Malva sylvestris	-63.28	1,425.00	3,228.43	-1,803.43
Phalaenopsis hieroglyphica	658.67	46,612.50	9,397.55	37,214.95
Pimenta racemosa	36.72	262.50	198.24	64.26
Plumbago auriculata	-116.33	150.00	498.98	-348.98
Portulaca oleracea	68.78	2,178.13	1,473.11	705.01
Rhizophora mangle	-23.72	1,020.00	1,221.61	-201.61

Nombre científico	(P-CTP)	IT	CT	B
Rosa spp	8.70	875.00	814.09	60.91
Sabal umbraculifera	-133.14	50.00	183.14	-133.14
Tracheophyta spp	66.86	2,750.00	2,014.52	735.48
Tradescantia spathacea	-81.22	1,093.75	2,515.07	-1,421.32
Tradescantia zebrina	68.67	1,468.75	1,039.55	429.20
Wallenia laurifolia	33.70	562.50	436.12	126.38
Zephyranthes carinata	-116.33	162.50	540.57	-378.07
	Totales	**160,122.72**	**100,019.11**	**60,103.61**

Comparaciones

La tabla 6 muestra un análisis comparativo entre el precio, el margen de utilidad y la Rotación de Inventario dando origen a las siguientes consideraciones:

- El precio es menor que el costo total promedio dando como resultado un margen de ganancia negativo en 21 especies, por lo que el precio establecido reduce los ingresos a obtener.
- En 33 plantas ornamentales la Rotación de Inventario no es favorable debido a que RI < 1.5, lo que indica que no están rotando, por lo que se deberán plantear estrategias para aumentar la rotación en las especies con dicha condición.
- Para todas las especies el Punto de Equilibrio está por encima del óptimo, es decir que se produce por encima la cantidad mínima requerida para las especies con margen de contribución positivo, de manera que la producción es eficiente.
- El vivero de ornamentales produjo beneficio durante los últimos cuatro años de RD$ 60,791.08 (15,197.77 anual), este beneficio es bajo en comparación con otros viveros ornamentales como el del Jardín Botánico.

Tabla 6. Comparaciones entre indicadores de rentabilidad

Nombres científicos	Precio	Rotación de Inventario	Margen de Utilidad
Adenium obesum	250.00	12.40	106.24

Nombres científicos	Precio	Rotación de Inventario	Margen de Utilidad
Adonidia merrillii	550	0.54	406.24
Allamanda cathartica	300.00	0.03	183.66
Anglaonema commutatum	65.00	11.31	-78.76
Anthurium andrearum	175.00	1.00	61.68
Artocarpus altilis	50.00	0.67	-63.32
Begonia aconitifolia	250.00	1.63	83.63
Bougainvillea spectabilis	100	0.45	-13.32
Breynia nivosa	57.5	0.22	-58.84
Bromelia spp	250.00	0.88	27.44
Cantua buxifolia	100.00	0.14	-13.32
Chlorophytum comosum	166.67	0.40	53.35
Codieaeu variegatum	75.00	0.54	-38.32
Cyca circinalis	250.00	0.50	66.82
Delonix regia	75.00	0.08	-38.32
Dichondra argentea	350	3.00	183.63
Dracaena deremensis	150.00	0.86	-16.37
Dracaena fragrans	350	0.93	127.44
Dracaena reflexa	100.00	0.64	-13.32
Dracaena reflexa	50	1.06	-63.32
Dypsis lutescens	300	1.67	156.24
Euphorbia milii	300	0.44	116.82
Euphorbia pulcherrima	100.00	0.10	-16.34
Ficus benjamina	400.00	0.13	216.82
Ficus elastica	250.00	0.08	106.24
Gypsophila paniculata	250.00	0.25	136.68
Hoya carnosa	250.00	0.42	133.66
Impatiens balsamina	50.00	1.00	-116.37
Ixora mexicana	25.00	1.68	-88.32
Lilium spp	100.00	7.67	-13.32

Nombres científicos	Precio	Rotación de Inventario	Margen de Utilidad
Lippia micromera	80	1.31	-33.32
Malva sylvestris	50.00	0.18	-63.32
Phalaenopsis hieroglyphica	825	5.65	658.63
Pimenta racemosa	150.00	0.35	36.68
Plumbago auriculata	50.00	0.60	-116.37
Portulaca oleracea	212.5	3.42	68.74
Rhizophora mangle	120.00	4.25	-23.76
Rosa spp	125	0.11	8.66
Sabal umbraculifera	50	0.02	-133.18
Tracheophyta spp	250.00	5.50	66.82
Tradescantia spathacea	62.50	0.41	-81.26
Tradescantia zebrina	235.00	0.45	68.63
Wallenia laurifolia	150.00	0.31	33.66
Zephyranthes carinata	50.00	0.65	-116.37

La Figura 2 muestra los datos del Cuadro 5 clasificados según la Rotación de Inventario (RI) y el margen de utilidad bruta (MUB). Según esta:

- 7 de las especies (16%) garantizan la rentabilidad del vivero ya que cumplen con tres condiciones: el precio de venta está por encima del costo total promedio, la rotación es superior a 1.5 y el margen de utilidad es positivo, aportando beneficios para la empresa.

- Hay 4 especies (9%) que poseen una Rotación de Inventario eficiente, entre 1.5 y 2.0, pero su precio está por debajo del costo total promedio, lo que da como resultado un margen de utilidad negativo; por lo que se debe pensar en establecer estrategias de acuerdo con el mercado para adoptar mejores precios.

- 16 especies (36%) cumplen con las condiciones de precio y margen de utilidad, pero poseen una Rotación de Inventario inferior a 1.5, por lo que deberían adoptarse estrategias mercadológicas para promocionar y aumentar la velocidad de ventas de estas.

- 17 especies (39%) no cumplen con ninguna de las condiciones de precio, margen de utilidad y Rotación de Inventario, por lo que mantenerlas en el vivero bajo esas condiciones representa una pérdida económica.

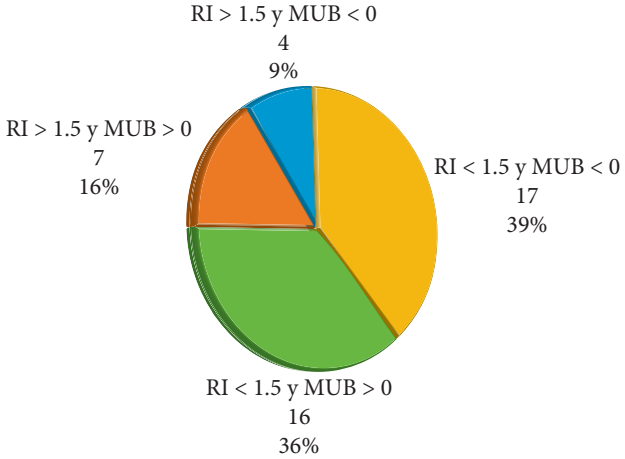


Figura 2. Clasificación de las especies ornamentales según Rotación de Inventario (RI) y margen de utilidad bruta (MUB)

CONCLUSIONES

El 20% de las variedades presentes en el vivero tienden a tener una Rotación de Inventario superior al 1.5, el cual se considera adecuado según el mercado local. El restante 80% tiene una rotación inferior a ese valor.

Solo el 16% de las especies presentes en el vivero de plantas ornamentales de la Finca Experimental "André Vloeberg" posee una Rotación de Inventario igual o mayor que 1.5 y a la vez un margen de utilidad mayor de 0, el cual permite generar ganancia para la Finca. Estas especies son: *Begonia aconitifolia, Adenium obesum, Tracheophyta spp, Dichondra argéntea, Phalaenopsis hieroglyphica, Dypsis lutescens* y *Portulaca oleracea.*

El 4% de las especies posee una Rotación de Inventario mayor o igual a 1.5 pero poseen un margen de utilidad inferior a 0, por lo que se hace necesario un ajuste de precios para al menos igualarlo al Costo Total Promedio.

Las ventas anuales promedio de plantas ornamentales en el vivero de la Finca Experimental es actualmente de 697 unidades, superando el Punto de Equilibrio de 414 plantas al año, representando esto una capacidad de venta de 142%, muy por encima del mínimo necesario para asegurar ganancias.

Solo en el 43% de las variedades los precios de venta superan al costo total promedio; dando como resultado un margen positivo. Los precios de venta del 57% restante están por debajo del costo de producción, originando un margen negativo que representa pérdidas para el vivero.

El costo total promedio anual asciende a RD$24,839.16, mientras que el ingreso anual fue de RD$40,036.93, significando esto beneficios anuales de RD$15,197.77 lo cual se considera bajo frente a los ingresos de otros viveros ornamentales, como el del Jardín Botánico Nacional, cuyos beneficios suelen ser mayores de 1.5 millones de pesos anuales.

BIBLIOGRAFÍA

Finca Experimental "André Vloeberg". (2018). Reporte de ventas. San Cristóbal, República Dominicana. Recuperado el 25 de Mayo de 2018.

Instituto Politécnico Loyola. (2017). *Refundación de la Finca Experimental y Demostrativa André M. Vloebergh Instituto Politécnico Loyola: plan operativo general.* San Cristóbal.

Jardín Botánico Nacional "Dr. Rafael Ma. Moscoso". (2015). *Memoria Institucional.* Santo Domingo: Jardín Botánico Nacional.

Montero, M. (8 de Mayo de 2018). Indicadores económicos en vivero de ornamentales del Jardín Botánico de Santo Domingo [comunicación oral] (A. Caro, Adames, Leivis, & L. Pérez, entrevistadores).

EVALUACIÓN DE VIGOR Y UNIFORMIDAD DE PATRONES DE AGUACATE CRIOLLO *(PERSEA AMERICANA)* CON DIFERENTES PESOS DE SEMILLAS Y PROPORCIONES DE SUSTRATO EN SAN CRISTÓBAL, R.D.

Saulyn Soriano[1]
Azarías Garabito[1]
Salomón Sosa[2]
César Alifonzo[3]

RESUMEN

La provincia San Cristóbal, al sur de la República Dominicana, se encuentra entre las principales zonas productoras de aguacate, especialmente en el municipio de Cambita, con un área de 140 mil tareas sembradas y 2,200 productores. Aporta del 30 al 35% de la producción nacional y hasta un 75% de la exportación. El país cuenta aproximadamente con 19 variedades de aguacate, destacándose Semil-34, Hass, Criollo, Choquette, Carla, Pollock y Lula. Dentro de este marco se ha observado que existe un desarrollo deficiente de los portainjertos utilizados en los injertos a nivel de los viveros en el país, atribuible a una inadecuada selección del tamaño de la semilla a germinar y las proporciones de sustratos a utilizar. Esta investigación utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial para evaluar el efecto de tres tamaños de semillas (0 a 60g, 61 a75g y 76 a110 g) y de tres sustratos compuestos por diferentes proporciones de arena, suelo agrícola y turba rubia (1:6:1, 1:2:1 y 1:2:2, respectivamente) sobre la producción de patrones de aguacate criollo producidos bajo

1 Estudiante de término de Ingeniería Agroempresarial, IEESL.

2 Asesor, Docente de Ingeniería Agroempresarial, IEESL.

3 Compilador, Coordinador de Ingeniería Agroempresarial, IEESL.

condiciones de vivero. Los resultados demostraron que no hubo efecto estadístico significativo, al 5% de error experimental, de la combinación de tamaños de semillas y sustratos sobre la altura, el grosor y el vigor de los patrones de aguacate criollo.

Palabra claves: Portainjerto, Aguacate, Sustratos, Patrones.

INTRODUCCIÓN

El aguacate es uno de los frutales de importancia producidos en la República Dominicana y, debido a los altos rendimientos obtenidos y los volúmenes comercializados durante los últimos años, se ha posicionado en el cuarto lugar de importancia entre los frutales a nivel mundial. El cultivo muestra un alto potencial de desarrollo debido a la demanda insatisfecha de aguacate de cáscara verde y de la variedad Hass en el mercado de la Unión Europea (Pérez H. , 2017).

La provincia San Cristóbal, al Sur de República Dominicana, se encuentra entre las principales zonas productoras de aguacate, principalmente en el municipio de Cambita que posee una superficie de 140 mil tareas sembradas y 2,200 productores, los cuales aportan de 30 a 35% a la producción nacional y hasta un 75% de la exportación (Polanco, 2014).

Uno de los problemas que afecta la producción de aguacate en esta zona es la mala selección de semillas que producen patrones de poca uniformidad y vigor, que a su vez generan cuantiosas pérdidas económicas para los productores debido al efecto directo que tienen en la calidad de las plantas y en su reproducción asexual (Rudert, 2017). Esto ha sido corroborado por diversos autores que indican que la homogeneidad de los patrones está dada por la selección de las semillas, ya que el tamaño adecuado del tallo para realizar el injerto debe ser mayor de 20 cm de longitud y 4.5 mm de diámetro, y para esto es aconsejable utilizar semillas grandes (Gálvez, Peñaloza, Oyanedel, & Castro, 2015).

Los patrones son importantes para la obtención de injertos de buena calidad debido a que son responsables de su nutrición (Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), 2016). Una selección errónea del patrón ocasiona una disminución en la resistencia de las plantas ante los ataques de las plagas y enfermedades.

Además del patrón, el sustrato utilizado durante la fase de germinación en vivero es otro elemento significativo para la producción de plántulas en los viveros frutales, ya

que determina en gran medida el buen desarrollo de las plantas, así como el éxito de la propagación.

En ese sentido, el objetivo principal de esta investigación fue evaluar el comportamiento de patrones de aguacate criollo *(Persea americana Mill)* utilizando tres rangos de pesos de semilla y tres combinaciones de sustrato en el vivero de la Finca Experimental "André M. Vloebergh" para obtener patrones vigorosos y uniformes. Los objetivos específicos fueron: a) determinar el rango de pesos de semilla y combinación de sustratos que permiten obtener patrones de aguacate criollos con mayor vigor y uniformidad, b) identificar el efecto de la combinación de sustratos en el porcentaje de germinación, en el grosor y en la altura de los patrones, y c) determinar cuál combinación de sustrato y tamaño de semilla resulta menos costosa en la propagación de plántulas de aguacate en viveros.

METODOLOGÍA

El experimento fue instalado en la Finca Experimental "André M. Vloebergh" del Instituto Politécnico Loyola, utilizando un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial de tres tamaños de semillas (0 a 60g, 61 a75g y 76 a 110 g) y de tres combinaciones de sustratos con diferentes proporciones de arena, suelo agrícola y turba rubia (1:6:1, 1:2:1 y 1:2:2, respectivamente), para un total de 9 tratamientos, 4 repeticiones y 36 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en 5 plántulas (Tabla 1).

Las variables estudiadas fueron: % de germinación de los patrones, diámetro y altura de los patrones, y costo de los sustratos y las semillas. El análisis estadístico fue realizado utilizando Infostat v. 2015.

Tabla 1. Relación de los dos factores bajo el estudio

Tamaños de semillas	**Combinaciones de sustrato**			**Tratamiento**
	Arena	**Suelo agrícola**	**Turba rubia**	
0 – 60 gr	12.5%	75.0%	12.5%	T_1
	25.0%	50.0%	25.0%	T_2
	20.0%	40.0%	40.0%	T_3

61 – 75 g	12.5%	75.0%	12.5%	T_4
	25.0%	50.0%	25.0%	T_5
	20.0%	40.0%	40.0%	T_6
76 – 110 g	12.5%	75.0%	12.5%	T_7
	25.0%	50.0%	25.0%	T_8
	20.0%	40.0%	40.0%	T_9

RESULTADOS

No se encontró un efecto significativo del tamaño de la semilla con respecto a las variables evaluadas altura y grosor tal como se muestra en la Tabla 2. Esto coincide con lo reportado por Gálvez, Peñaloza, Oyanedel & Castro (2015) en una investigación realizada sobre la caracterización del tamaño de semilla nodriza de aguacate Esther, utilizando tres categorías de tamaños de semilla.

Tabla 2. Relación de las variables bajo estudio y los tratamientos

Tratamientos	Altura patrón (cm)	Grosor patrón (cm)	% Germinación
T_1	30.59	7.89	81
T_2	25.61	6.59	65
T_3	26.30	7.19	47
T_4	30.41	6.63	76
T_5	27.16	6.22	59
T_6	22.05	7.18	66
T_7	28.56	6.50	72
T_8	25.50	6.69	65
T_9	24.75	6.82	65

Con respecto a la variable proporción de sustrato no hubo un efecto significativo entre las variables respuestas. No obstante, los tratamientos con mayor contenido de suelo agrícola (T1, T4 Y T7) obtuvieron un mayor porcentaje de germinación y produjeron patrones de mayor altura. Esto coincide con un estudio realizado por Quintana (2018) en el que evaluó diferentes proporciones de sustratos orgánicos.

La Tabla 3 muestra los costos totales de 100 libras (1qq) de cada una de las combinaciones de sustrato utilizada en el experimento. De acuerdo con el análisis de los costos, la proporción de sustratos más costosa es la 1:2:2 con un costo total de $413:74/qq, mientras que la proporción de sustrato con mayor contenido de suelo agrícola, la 1:6:1, fue la más económica con un costo de RD$316.54/qq.

Tabla 3. Costos de las diferentes proporciones de sustrato

Proporciones de sustratos	Costo (RD$/qq)
1:6:1	316.54
1:2:1	365.59
1:2:2	413.74

CONCLUSIONES

Ninguna combinación de pesos de semilla y proporciones de sustrato tuvo efecto significativo sobre las variables altura y el grosor de los patrones de aguacate criollo. No obstante esto:

- Las plántulas que presentaron mayor altura y grosor fueron aquellas en las que se utilizaron semillas con un peso de 0-60 g combinadas con una proporción de sustrato de 1:6:1, siendo notorio en todas las semanas de medición del experimento.
- La proporción de sustrato 1:6:1 fue la que presentó mayor porcentaje de germinación de los patrones de aguacate criollo (76.3%).
- La proporción de sustrato 1:6:1, con mayor contenido de suelo agrícola, resultó ser la más económica (RD$316.54/qq), mientras que la proporción de sustrato 1:2:1, con mayor contenido de turba rubia, resultó ser la más costosa (RD$413.74/qq).

BIBLIOGRAFÍA

Gálvez, L., Peñaloza, P., Oyanedel, E., & Castro, M. (5 de octubre de 2015). "Caracterización del tamaño de semilla nodriza de aguacate Esther y el desarrollo de sus plántulas", 81. Obtenido de *Revista Fitotecnia Mexicana:* http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script =sci_arttext&pid=S0187-73802016000100012

Pérez, H. (5 de diciembre de 2017). El Cultivo de Aguacate: G*ran Potencial para la República Dominicana.* Recuperado el 6 de Noviembre de 2018, de IICA: http://www.iica.int/es/prensa/noticias/el-cultivo-de-aguacate-gran-potencial-para-la-rep%C3%BAblica-dominicana

Polanco, M. (25 de marzo de 2014). "Cambita Garabitos: una 'potencia' en la producción de aguacate". *El Caribe,* pág. 4. Obtenido de https://www.elcaribe.com.do/2014/03/25/sin-categoria/cambita-garabito-una-produccion-aguacate/

Quintana, E. S. (2018). *Efecto de cinco sustratos orgánicos en el crecimiento de plantones de palta (Persea americana Miller) en vivero en Monobamba - Jauja.* Universidad Nacional "Daniel Alcidez Carrión". Perú.

Rudert, B. (19 de abril de 2017). "Aguacate hass ¿Una alternativa para la economía fronteriza?". *Listin Diario,* pág. 5. Obtenido de: https://listindiario.com/economia/2017/04/19/462367/aguacate-hass-una-alternativa-para-la-economia-fronteriza.

PLAN DE GESTIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL HOSPITAL MUNICIPAL DE CAMBITA GARABITOS

Luis del Rosario[1]
Paola Nero[1]
Edwin Garabitos[2]
José Andrickson[3]

RESUMEN

Hace unos años que el Ministerio de Energía y Minas de la República Dominicana ha planteado la necesidad del uso eficiente de la energía eléctrica en instituciones públicas. En este contexto se encuentra el Hospital Municipal de Cambita Garabitos, en San Cristóbal, el cual presenta oportunidades de mejora en el uso racional de la energía eléctrica, la calidad del suministro eléctrico e instalaciones. El objetivo general de esta investigación es establecer un procedimiento para realizar la evaluación de la eficiencia energética del sistema eléctrico de dicho hospital, para proponer un plan de gestión energética que beneficie al hospital y sirva de modelo a nivel nacional en hospitales similares. Para lograr dicho objetivo se identificaron las mejoras de ahorro mediante el análisis del consumo de la energía eléctrica a partir de las facturas mensuales, la construcción del perfil diario de la demanda basado en el horario de uso de cada equipo, así como el uso de un analizador de redes; se evaluó el dimensionamiento de los diferentes sistemas y equipos eléctricos por medio del perfil de la demanda; se plantearon y evaluaron varios proyectos, basado en un análisis económico a partir de la relación beneficio costo (B/C) —usualmente el término es Costo/Beneficio—, y el tiempo de recuperación de la inversión (Trec.).

Palabras clave: Eficiencia energética, Sistema eléctrico, Gestión energética.

1 Estudiante de Ingeniería Eléctrica, IEESL.

2 Profesor de Ingeniería Eléctrica, IEESL.

3 Coordinador Ingeniería Eléctrica, IEESL.

INTRODUCCIÓN

El Hospital Municipal de Cambita Garabitos es una institución pública que ofrece servicio las 24 horas como otros tantos hospitales en el país, de modo que los equipos e instalaciones se usan intensivamente; dicha condición aumenta la probabilidad de un uso deficiente de las instalaciones y de la aparición de fallas. A través de un recorrido por las instalaciones del hospital junto al encargado de electricidad, se observaron dispositivos e instalaciones en mal estado. También se evidenció un uso inadecuado en la operación de equipos que pueden generar un mayor gasto energético y económico. Con respecto a la iluminación, se desconoce si esta cumple con normas y niveles adecuados para hospitales, aunque se ha confirmado la inconformidad de enfermeras con el nivel de iluminación en algunas áreas.

Para proponer medidas concretas que aumenten la eficiencia en el uso de la electricidad en dicho hospital, se debe hacer un estudio más profundo que proporcione informaciones más precisas. Por lo tanto, el problema es que no se ha evaluado el estado de la eficiencia energética en el sistema eléctrico del hospital y tampoco las autoridades estatales han propuesto un procedimiento específico para lograrlo, a partir del cual se puedan proponer medidas técnicas, económicas y políticas para aumentar la eficiencia en el uso de la energía eléctrica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La propuesta se realizó en el Hospital Municipal de Cambita Garabitos en San Cristóbal, el cual se encuentra ubicado en la Calle Primera con Calle La Trinitaria, Cambita Garabitos 91000, San Cristóbal, República Dominicana.

Para la presente investigación se utilizaron las metodologías descriptiva, cuantitativa y analítica. Descriptiva: ya que se describen los equipos y el modo de uso, así como las condiciones de funcionamiento, el comportamiento del consumo energético, etc; cuantitativa: porque se obtuvieron medidas directas e indirectas por medio de instrumentos de medida y ecuaciones; y analítica: porque se contrastan los resultados teóricos con los resultados de las mediciones, así como la confirmación del correcto dimensionamiento en equipos.

La investigación realizada se basó fundamentalmente en los siguientes conceptos: consumo de energía, sistema eléctrico, ahorro de energía, eficiencia energética y dimensionamiento.

Metodología para el análisis energético

a. Se identifican todos los recursos energéticos y sus proporciones en términos energéticos y económicos, la explicación se ilustra con gráficos de Pareto.

b. Se calcula el índice energético y se compara el resultado con otros estudios.

c. Se analiza el consumo de la energía eléctrica, cuantificando e identificando el consumo de energía por categorías.

d. Se calcula el consumo de la energía eléctrica y la potencia instalada, estas informaciones se comparan con los datos registrados en la factura de electricidad para verificar un consumo de acuerdo con la demanda.

e. Se grafica el consumo de energía de las últimas facturas disponibles para ver si el comportamiento está dentro de los limites esperados y explicar aquellos datos que estén fuera de los límites, para esto se realiza un gráfico de control.

Metodología para evaluar el dimensionamiento

La evaluación del dimensionamiento permite conocer si los equipos proporcionan la cantidad necesaria en iluminación, potencia, etc., los cuales son factores que influyen en el consumo de la energía y el correcto funcionamiento. A continuación se indican las metodologías en forma resumida.

a. El dimensionamiento de la iluminación se realizó considerando el nivel mínimo aceptable de iluminación según el área.

b. El dimensionamiento de los aires condicionados (AA) se realiza con las unidades instaladas actualmente.

c. De acuerdo con el horario de uso de las cargas eléctricas, se construye un perfil de la demanda, considerando las 24 horas del día y la potencia/hora. La potencia

máxima demandada (P_máx) se obtiene a partir de dicho perfil; esta potencia se usa para dimensionar tanto el transformador como el generador de emergencia. La potencia de los equipos de AA es asumida como la mitad de su valor nominal, debido a que los compresores están casi la mitad del tiempo apagados y no todos los AA estarán en el mismo estado, aunque estén conectados en el mismo horario.

d. Se evaluó el dimensionamiento del transformador usando un factor de seguridad de 1.25, que equivale a demandar un 80% de la capacidad del transformador; este margen proporciona capacidad de reserva para un aumento en la demanda.

e. El dimensionamiento del generador de emergencia se evalúa con un factor de seguridad de acuerdo con el tipo de potencia, que se determina por la cantidad de horas al año en que se usa el generador y el tipo de carga (variable o continua).

Método para evaluar propuesta de inversión y ahorro

Se evalúa la inversión económica en equipos más eficientes, por categorías, es decir iluminación, equipos médicos y equipos de AA. También se hace estudio de prefactibilidad para estimar los beneficios de implementar energía solar fotovoltaica. Para la evaluación se calculó la relación beneficio costo (B/C) y el tiempo de recuperación de la inversión, la Tabla 1 describe el procedimiento mediante el uso de las ecuaciones.

$$\frac{B}{C} = \frac{VPdelosbenef.}{VPdeloscostos} = \frac{VAdelosbenef.}{VAdeloscostos} = \frac{VFdelosbenef.}{VFdelosbenef.} \quad \text{(Ec. 1)}$$

$$B/C = \frac{Beneficios\text{-}contrabeneficios}{Costos} \quad \text{(Ec. 2)}$$

$$CB = \frac{VP(1+i)^n - VP}{n} \quad \text{(Ec. 3)}$$

$$Trec = \frac{Capitalinicial}{Ingresonetoanual} \quad \text{(Ec. 4)}$$

Tabla 1. Variables utilizadas para evaluar la propuesta de inversión y ahorro

Variable y simbología utilizada	**Explicación**
Tasa de descuento (i)	Es la tasa riesgo país, que ronda el 3% anual según el Banco Central de República Dominicana, para finales del año 2020.
Valor Presente de la inversión (VPi)	Es la inversión inicial en RD$.
Plazo de la evaluación	Cantidad de tiempo en años de evaluación del proyecto, estimado en base a la vida útil de los equipos más duraderos.
Contrabeneficios anuales (CBa)	El dinero (RD$) sin ganar anualmente, por sacar el capital del fondo de inversiones y se calcula en ecuación (3).
Valor presente de los CBa (VPCBa)	Es el valor presente del CB en RD$, para su cálculo se usa la ecuación 2.21 con la tasa i y siendo A= Cba.
Ahorro anual (Aha)	Es el beneficio anual debido a la implementación de la mejora.
Valor Presente del Aha (VPAha)	Se obtiene con la ecuación (1) usando la tasa i.
B/C = (VPAha-VPCB) / VPi =	Es la relación beneficio costo, usando los valores presentes. Ver la ecuación (2), recordando que B representa un beneficio neto que se obtiene restándole los contrasbeneficios a los beneficios.
Trec=VPi/(Aha-CBa) =	Es el tiempo de recuperación de la inversión en años, es cuando el ahorro iguala a la inversión. Se calcula con la ecuación (4).

RESULTADOS

En esta unidad se muestran las informaciones más relevantes obtenidas, un análisis del uso de los recursos energéticos, así como la descripción y evaluación del sistema eléctrico y de sus partes. Se identifican las oportunidades de ahorro y luego se elabora el plan de mejoras.

Estructura de uso y gastos en portadores energéticos

En la Tabla 2 se muestran los gastos anuales en portadores energéticos durante el año 2019, que en este caso son la energía eléctrica, el gasoil y el gas licuado de petróleo (GLP).

Tabla 2. Gastos en recursos energéticos 2019

Año 2019	**Costo (RD$)**	**Costo ($)**	**%**
Gasto de electricidad	1280536.2	21957.1	64.2%
Gasto Gasoil	607152	10410.7	30.5%
Gasto GLP	106200	1821.0	5.3%
Total	1,993,888.16	34188.8	100.0%

En la Figura 1 se muestra el orden de prioridad mediante un diagrama de Pareto.

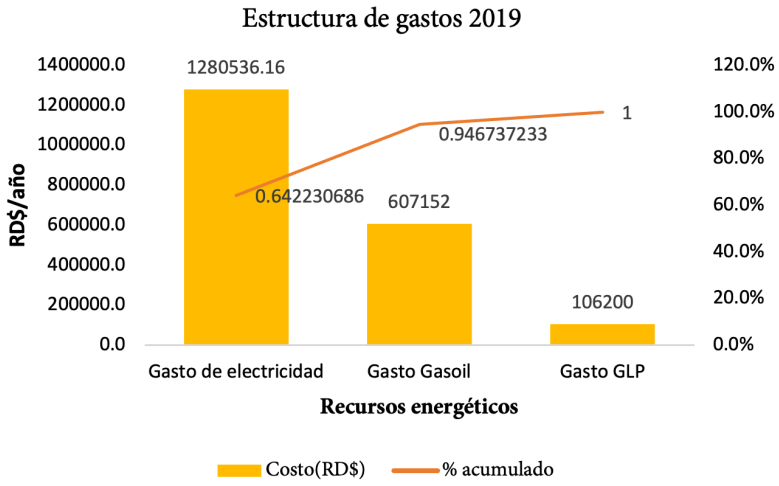


Figura 1. Gráfico de Pareto de gastos en portadores energéticos

Análisis de los portadores energéticos

En esta sección se muestra el aporte energético de la electricidad, el diésel y el GLP. En la Tabla 3 se muestra la energía que proviene de los portadores energéticos, el consumo de energía eléctrica se obtuvo de las facturas de electricidad para el año 2019.

Tabla 3. Energía consumida en el hospital durante el año 2019

Mes	**Datos sobre el consumo de energía**						**Energía total (MJ)**
	Electricidad		**Diésel**		**GLP**		
	kWh	MJ	gal	MJ	gal	MJ	
Enero	4920	17712	280	35154	76	6733.6	59599.6
Febrero	5400	19440	280	35154	76	6733.6	61327.6
Marzo	5760	20736	280	35154	76	6733.6	62623.6
Abril	6480	23328	280	35154	76	6733.6	65215.6
Mayo	6720	24192	280	35154	76	6733.6	66079.6
Junio	7920	28512	280	35154	76	6733.6	70399.6
Julio	7320	26352	280	35154	76	6733.6	68239.6
Agosto	7800	28080	280	35154	76	6733.6	69967.6
Septiembre	8160	29376	280	35154	76	6733.6	71263.6
Octubre	7440	26784	280	35154	76	6733.6	68671.6
Noviembre	6720	24192	280	35154	76	6733.6	66079.6
Diciembre	6840	24624	280	35154	76	6733.6	66511.6
Subtotal	81480	293328	3360	421848	912	80803.2	795979.2
%		36.85%		53.00%		10.15%	100.0%

De acuerdo con Cengel & Boles (2011) se muestra el poder calórico del Diésel ligero y del GLP, lo cual permite determinar la densidad energética en MJ/gal para cada combustible, como se muestra en la Tabla 4. El portador que más energía proporciona es el diésel, sin embargo, la mayor energía eléctrica proviene de la red eléctrica, ya

que la eficiencia de un generador diésel ronda el 45%, de modo que solo el 45% de la energía interna del diésel se podría convertir en energía eléctrica. Según el aporte del generador diésel, se nota que ha habido extensas interrupciones en el servicio eléctrico de Edesur.

Tabla 4. Portadores energéticos 2019

Portador	Contenido energético (MJ/gal)	Cantidad anual (gal)	Energía anual (MJ)	%
Diésel	125.55	3360	421,848	53%
Electricidad	__	__	293,328.00	37%
GLP	88.6	916	80803.2	10%

Unidad de producción e índice energético

El consumo de energía eléctrica no se asocia claramente con la cantidad de pacientes en el hospital, ya que gran parte de la demanda de energía eléctrica se produce en áreas en las que la cantidad de pacientes no es determinante. En la Figura 2 se observa que el ICC máximo se produce en el mes de abril, hecho que se asocia con la pandemia del Covid 19, lo cual produjo una disminución de los pacientes en el hospital. Sin embargo, se observa una disminución en el índice energético debido al incremento de la cantidad de pacientes en los hospitales.

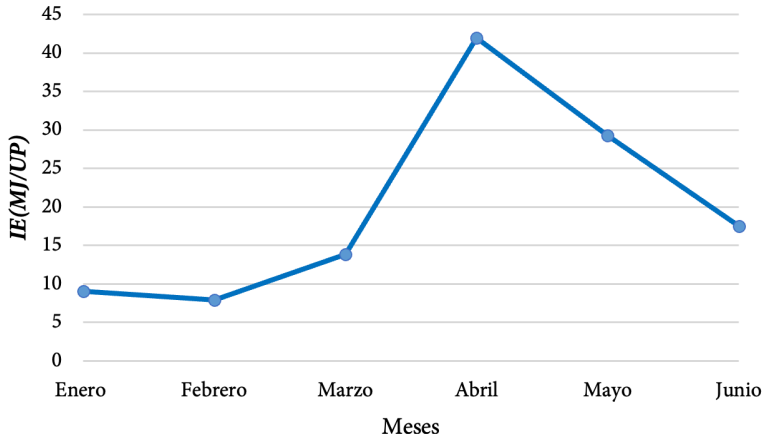


Figura 2. Curva del índice energético durante los primeros meses del año 2020

Distribución de consumo energético

La energía consumida por cada ítem de cargas eléctricas se muestra en la Tabla 5, los equipos médicos representan un 35% de la energía total consumida, seguido de las luminarias con un 23%, ver la Figura 3. Probablemente en estos dos grupos de equipos se encuentran las oportunidades de ahorro.

Tabla 5. Consumo por ítem en kWh

Tipos de equipos	**Energía total mensual (kWh)**
Aire acondicionado y ventiladores	1,674.34
Luminarias	2,229.80
Equipos de oficina	1,423.25
Equipos médicos	3,265.02
Otros equipos	998.38
Total	9,590.79

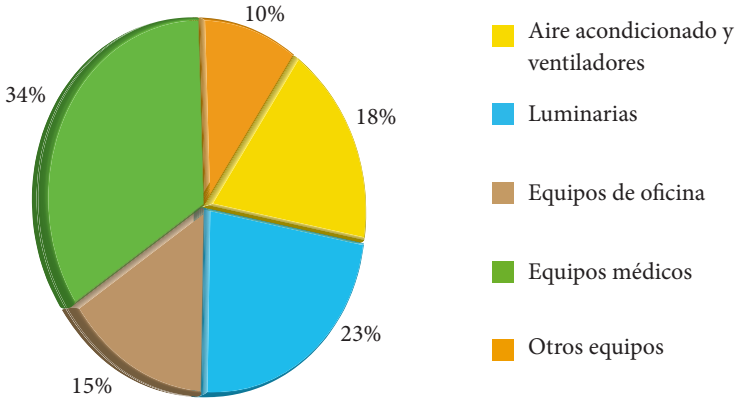


Figura 3. Distribución del consumo de energía eléctrica

Oportunidades de ahorro

Se mencionan los equipos que representan oportunidad de ahorro en términos energéticos y económicos, por el consumo energético que tienen y los que no cumplen con el dimensionamiento requerido para proceder con la elaboración del plan de mejora.

Oportunidad de ahorro en iluminación

Las luminarias utilizadas en el hospital representan el 23% de la energía consumida en el hospital y una potencia de 10.1kW. Para la obtención de la cantidad de energía se consideró el tiempo aproximado que pasan encendidas estas lámparas, ver el anexo B.

En el gráfico de pastel en la Figura 4, se muestra la energía consumida por los diferentes modelos de luminaria que forman el sistema de iluminación. La principal oportunidad de ahorro estaría en la marca Philips T8 que representan el 45% del consumo, seguida la Lightech 21%.

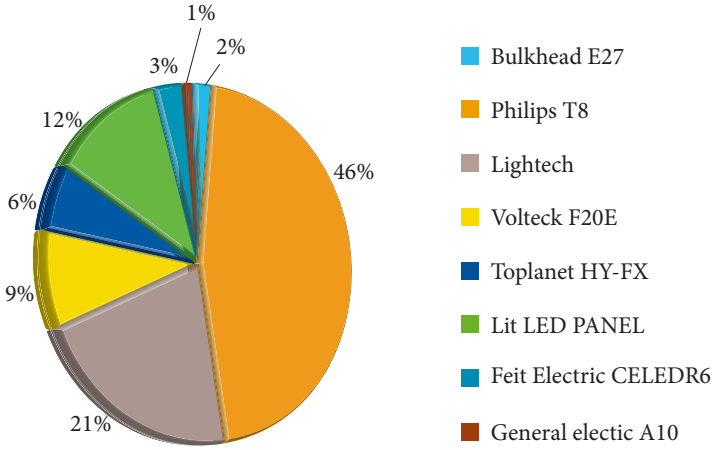


Figura 4. Porcentaje de energía consumida por tipos de luminarias

Oportunidad de ahorro en equipos médicos

Los equipos médicos representan el mayor consumo de energía con el 34% de la energía eléctrica consumida, así como la mayor carga instalada (58 kW) del hospital. A continuación, en el gráfico de la Figura 5 se muestra la energía consumida por equipos médicos. El mayor consumo de energía está en el autoclave CONSOLIDATED 16-D-56 con un consumo de 1800 kWh mensual.

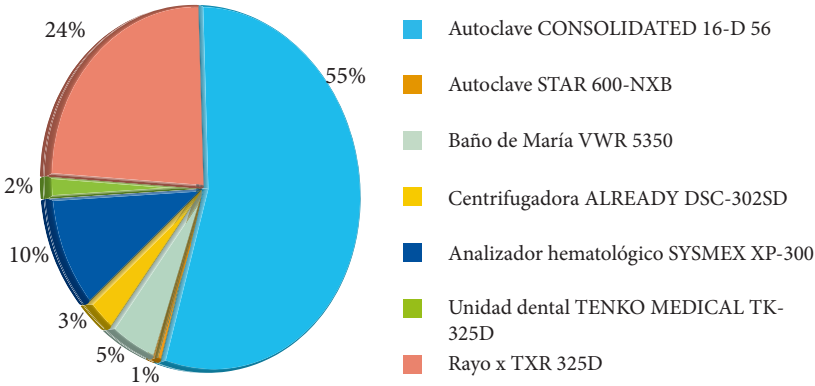


Figura 5. Consumo de energía por equipos médicos

Oportunidad de ahorro en climatización

La climatización representa el 18% de la energía consumida en el hospital, está dividida entre los AA con un consumo de 1614 kWh y los ventiladores 60.28 kWh. Para el cálculo de la energía se consideró el tiempo que están en funcionamiento estos equipos, los cuales usan un refrigerante (R-22) cuya distribución está prohibida, como se mencionó antes, son antiguos y poseen rendimientos bajos. La capacidad de enfriamiento de algunos AA no es la demandada, por ello se debe evaluar la sustitución de estos equipos por otros que cumplan la normativa y sean más eficientes.

Elaboración del plan de mejoras

En esta sección se proponen acciones para ahorrar energía en las siguientes líneas:

- Propuesta de sistema de iluminación.
- Propuesta de ahorro de energía en equipos médicos.
- Propuesta de ahorro de energía en sustitución de aires acondicionados.
- Propuesta de ahorro mediante generación solar y autoconsumo.

CONCLUSIONES

En la revisión del uso y estado de las instalaciones se determinó que: el consumo eléctrico es coherente con el perfil de la demanda calculada y medida, la calidad de la energía suministrada por la compañía es aceptable, no hay un plan de mantenimiento y gestión de la energía, hay equipos médicos muy ineficientes, un aumento de la carga instalada que supera el dimensionamiento del generador de emergencia así como un uso inadecuado de este, además, los niveles de iluminación son inadecuados en algunas áreas. En la identificación de mejoras y proyectos se confirmó la factibilidad de la inversión en nuevos sistemas de iluminación, algunos equipos médicos y la implementación de energía solar fotovoltaica, todos con un B/C superior a 2 y un Trec. menor a 5 años.

La energía eléctrica representa el portador energético de mayor gasto económico, con un 64.2%. La energía aportada por el generador diésel es comparable al aporte de la energía eléctrica debido a los apagones frecuentes en el municipio; estos apagones disminuyeron significativamente en este año 2020.

La demanda calculada de energía eléctrica en el hospital difirió del valor medido promedio en un 10.8%, lo que indica que no hay un sobreconsumo fuera del horario de uso de los equipos y dispositivos. El índice energético ICEA calculado para los años 2016 a 2019 fue de 49.9kWh/m^2*año, resultando ser muy elevado en comparación con el ranking de los hospitales públicos de Chile y Perú que ronda entre 22.6 y 27.3 kWh/m^2*año, mientras que desde los años 2016 a 2018 el índice energético ICC promedio fue de 10 MJ/UP y para el 2020 fue de 19.93 MJ/UP, representando un aumento muy costoso en comparación con otros estudios.

Las oportunidades de ahorro energético se identificaron mediante el cálculo y comparación de la energía consumida mensualmente por cada categoría de equipos, evaluando también la eficiencia y dimensionamiento. Además, se identificaron los modos de uso de cada uno de los equipos y aparatos. Se identificaron varias oportunidades en los sistemas de luminarias, equipos médicos, equipos de AA y en la implementación de energía solar fotovoltaica. Además, se identificó un uso inadecuado del generador de emergencia.

En el dimensionamiento de equipos se encontró que el generador diésel está por debajo de la demanda actual debido a la instalación no prevista de nuevas unidades de AA en lugares que no fueron habilitados para esos fines.

La factibilidad de la inversión en nuevos equipos para el Hospital Público de Cambita Garabitos, se determinó mediante el cálculo de la relación beneficio costo (B/C) y el tiempo de recuperación de la inversión Trec. El origen de la inversión inicial se asumió de un fondo de inversiones a una tasa de descuento del 3.00% anual.

De los 4 proyectos propuestos, 3 resultaron económicamente aceptables, lo que indica que hay un potencial ahorro energético y económico en este hospital y que el procedimiento utilizado puede servir de modelo a nivel nacional.

BIBLIOGRAFÍA

AChEE. (s.f.). A*gencia Chilena de Eficiencia Energética.* Recuperado el 17 de septiembre de 2020, de http://old.acee.cl/

ANDE. (s.f.). *Administración Nacional de Electricidad Ande-Paraguay.* Recuperado el 4 de enero de 2020, de https://www.ande.gov.py/institucional.php

Brito Contrera, E. (8 de agosto de 2011). *Manual básico de sistemas de aire acondicionado y extracción mecánica en arquitectura.* Merliot, El Salvador.

Conde, A. I. (Marzo 2020). *Energía y Minas celebra Segunda Feria de Eficiencia Energética en RD.* Ministerio de Energía y Minas. Recuperado el 26 de diciembre de 2020, de https://mem.gob.do/sala-informativa/noticias/energia-y-minas-celebra-segunda-feria-de-eficiencia-energetica-en-rd/

Edesur Dominicana S.A. (9 de abril de 2020). *Edesur Dominicana S.A.* Recuperado el 22 de Agosto de 2020, de https://www.edesur.com.do/enlaces-de-pie-de-pagina/informacion-al-cliente/tarifa-electrica/

International Energy Agency. (2014). *Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas.* París, Francia. Obtenido de http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00333.pdf

Mateo, A., Florentino, A., & Cuevas, Y. (2020). *Propuesta y plan de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el Hospital Municipal Tomasina Valdez.* San Cristóbal.

Soriano, D. E. (2018). *Estudio energético de un edificio de oficinas, República Dominicana. Implementación de medidas de mejora y eficiencia energética.* Santo Domingo. Recuperado el 12 de diciembre de 2019.

UNE-EN 60598. (01 de 05 de 2014). *Norma UNE-EN 60598.* Obtenido de Norma UNE-EN 60598: https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0055203

Vera, R. (2008). A*plicacion metodológica para la determinación del Desempeño Energético en hospitales de la región metropolitana.* Santiago de Chile: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/vera_rs/sources/vera_rs.pdf. Recuperado el 17 de diciembre de 2019.

Yeidy, O. (2016). *Formulación del programa de ahorro y uso eficiente de la energía en la E.S. Hospital "Emiro Quintero Cañizares".* Ocana, Colombia. Recuperado el 17 de diciembre de 2019.

GUÍA OPERATIVA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL EN EL IEESL

Elizardo Ramírez[1]
Jerry Cornielle[1]
Juan Majias[1]
Luis Aníbal[2]
José Andrickson[3]

RESUMEN

La presente propuesta busca justificar el diseño de un manual práctico para laboratorio de la materia de Instrumentación Industrial que complemente la teoría y permita que los estudiantes que cursan la materia puedan dar solución a problemas reales de los procesos industriales. Se ha presentado, también, una selección de temas técnicos considerados más importantes para el desarrollo de dichas prácticas.

Palabras clave: Manual, Instrumentación Industrial, Laboratorio

INTRODUCCIÓN

Los procesos automatizados son parte esencial del crecimiento de las empresas. Por tal razón, es importante tener personal capacitado para interactuar con los diferentes equipos e instrumentos que permiten un trabajo eficiente en las industrias.

La instrumentación industrial crea un mundo de posibilidades en los procesos industriales (Dunn, 2005), permitiendo que varios elementos trabajen de manera coordinada para un fin común, y esto es logrado mediante la optimización de

1 Estudiante de término Ingeniería Eléctrica, IEESL.

2 Profesor de Ingeniería Eléctrica, IEESL.

3 Coordinador Ingeniería Eléctrica, IEESL.

los recursos, al medir y registrar las variables de proceso, además de transmitir información y accionar dispositivos finales y de control.

El Instituto de Estudios Superiores Loyola (IEESL), en su constante crecimiento en el ámbito educativo y buscando profesionales de calidad en el área de la ingeniería, ha creado el Centro I+D+i Loyola (CIDiL), que es un espacio de enseñanza práctica dirigida a las diversas carreras de nivel superior que se imparten en la Institución, centro que posee un laboratorio de Instrumentación Industrial.

La presente investigación contempla una propuesta de un manual para el desarrollo de prácticas de laboratorio de la materia de Instrumentación Industrial en el IEESL (IEL-434), donde se podrá interactuar con instrumentos, variables de medidas y elementos finales de control comunes en los procesos industriales (Creus, 2010), con la finalidad de promover el uso de los nuevos recursos adquiridos en el Loyola.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente propuesta se efectuó en el Instituto Especializado de Estudios Superiores Loyola (IEESL), específicamente en el centro I+D+i, donde se realizó el proyecto de "Implementación de manual para desarrollo de las asignaciones prácticas del laboratorio de la materia de Instrumentación Industrial en el IEESL", que contempla un diseño de investigación no experimental, ya que no se manipuló la naturalidad del ambiente de las variables a estudiar, entendiendo que todo se ejecutará basado en observaciones de situaciones ya presentes.

Es preciso destacar que el tipo de investigación que se llevó a cabo fue exploratoria y cualitativa. Exploratoria, debido a que se persigue conocer el tema a realizarse, buscando una familiarización con las variables a estudiar con la finalidad de fortalecer las investigaciones recolectadas, mientras que a su vez será cualitativa, porque permitirá una descripción detallada de los eventos que puedan surgir durante la investigación según lo establecido por Sampieri (2010). De esta manera se aportan datos e hipótesis que ayudan a la base de una investigación más concisa.

RESULTADOS

El Laboratorio de Instrumentación Industrial busca que el estudiante de Ingeniería Eléctrica del IEESL tenga la capacidad de identificar los diferentes dispositivos de medición y control utilizados en los procesos industriales, y a su vez aprenda el análisis crítico en esta área (Lorandi & Hermida, 2011), de manera que pueda interactuar con los procesos industriales utilizando controladores, transmisores y elementos finales de control.

El programa logra identificar los temas con mayor relevancia en el área profesional de la instrumentación industrial, y desarrolla un manual práctico para la materia de Instrumentación Industrial, con el cual se logra afianzar los conocimientos teóricos impartidos. El manual propone 7 prácticas didácticas, las cuales fueron seleccionadas para consolidar los temas más relacionados a los procesos industriales. La selección de las prácticas fue basada en las entrevistas realizadas a docentes del área de Instrumentación Industrial de la Universidad INTEC y el IEESL, y mediante un estudio documental en artículos, libros, grupos focales y revistas de ingeniería.

Para un mejor aprovechamiento de las horas de laboratorio de Instrumentación Industrial, las prácticas son divididas en prelaboratorio, laboratorio, y postlaboratorio. Para la estructura del manual práctico se consideraron los instructivos del IEESL para la elaboración de manuales de laboratorios.

A continuación, se detalla brevemente el conjunto de prácticas desarrolladas, dentro de las cuales se contemplan las siguientes competencias específicas:

Práctica 1: Identificación de Instrumentos Industriales

- Identificar las herramientas, instrumentos y módulos interactivos.
- Utilizar instrumentos de medición comunes en industrias y procesos.

Práctica 2: Identificación de la simbología en diagramas

- Identificar la simbología en los diagramas P&ID. Ejemplo en la Figura 1.
- Analizar la simbología en los diagramas P&ID y funciones de los instrumentos.

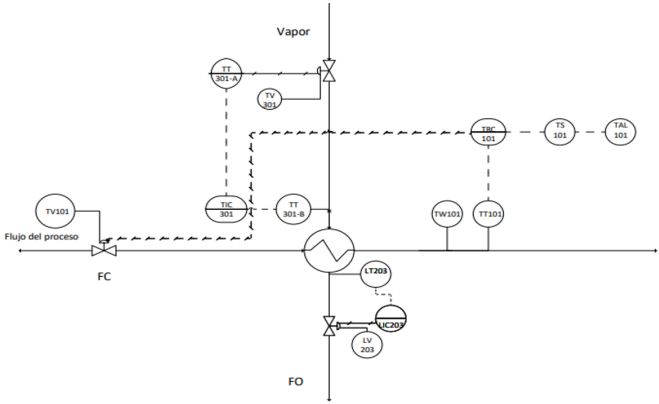


Figura 1. Diagrama P&ID

Práctica 3: Aplicación de sensores capacitivos e inductivos

- Analizar los sensores capacitivos e inductivos.
- Caracterizar la importancia de estos dispositivos en los procesos industriales.

En esta práctica se utiliza el Automate-200 de SMC para operar con sensores capacitivos e inductivos con la finalidad de identificar la ausencia y presencia de objetos metálicos y no metálicos.

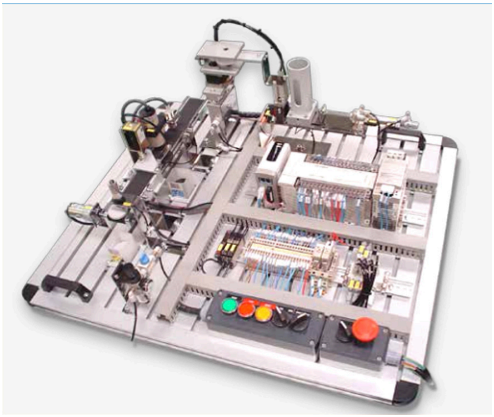


Figura 2. Automate 200C (Manual SMC, s.f)

Práctica 4: Sistemas de control de temperatura con termocuplas

- El estudiante podrá observar el funcionamiento de la termocupla tipo K.
- Identificar y ver la importancia del uso de termocuplas tipo K en los procesos industriales.

En el desarrollo de esta práctica se utiliza el equipo TecQuipment (Figura 3) para medir el comportamiento de los sensores de temperatura dependiendo de sus materiales de construcción y conductividad térmica mediante el uso de termocuplas tipo K.

Figura 3. Equipo de medición de temperatura TecQuipment

Práctica 5: Sistemas de Instrumentación de Presión

- Aprender a utilizar el manómetro y determinar la importancia en la industria.

La presión es una de las variables más medidas en las industrias, donde su principal aplicación es para la transportación de gases o líquidos, cantidad másica, entre otros.

Por tal razón es importante comprender el uso de los instrumentos de medición.

Práctica 6: Sistemas de Instrumentación de Cauda

- Analizar el funcionamiento de los medidores de flujo de Orificio, Venturi y Rotámetro.
- Conocer la aplicación de las ecuaciones de Bernoulli en las medidas flujo.

En esta práctica se comparan las ventajas, desventajas y la funcionalidad que se encuentra midiendo el caudal con los medidores de Venturi, Orificio y Rotámetro.

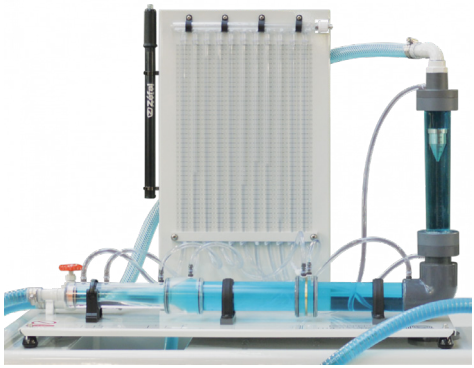


Figura 4. Medición de Caudal con TecQuipment

Práctica 7: Sistemas de Transferencia de Calor

- Comprender el comportamiento y la importancia de la transferencia de calor para los procesos industriales.

Los intercambiadores de calor son instrumentos creados para transferir calor de un fluido a otro, en ocasiones apartados por una barrera sólida o que tengan contacto. Esto permite que los fluidos se encuentren en diferentes temperaturas y a su vez evita que se mezclen entre sí. Estos instrumentos se encuentran en los aires acondicionados, procesos químicos, generación de energía, refinación de petróleo, entre otros.

CONCLUSIONES

El análisis elaborado basado en los resultados propuestos en el presente trabajo concluyó que la materia de Instrumentación Industrial del IEESL necesitaba un documento que sirviera como instructivo para realizar prácticas de laboratorio, es por esta razón la necesidad de elaborar un manual donde se contemplen prácticas de laboratorio (Goitia & Amaya, 1997), que puedan enriquecer los contenidos teóricos.

Las prácticas desarrolladas para el instructivo fueron de acuerdo al programa teórico de la materia de Instrumentación Industrial del IEESL. El análisis del programa teórico permitió seleccionar las prácticas adecuadas para complementar las competencias necesarias de un mejor aprendizaje de los alumnos y del dominio de la materia. Los laboratorios del Centro I+D+i Loyola fue el espacio de realización de las prácticas propuestas en el manual, espacio que cuenta con las instalaciones y equipos necesarios.

La selección de los módulos didácticos que se encuentran en el Centro I+D+i Loyola se basó en el alcance práctico que poseen para la realización de los temas teóricos seleccionados para el instrumento de prácticas para la materia de Instrumentación Industrial.

Entre las actividades que se desarrollan en este instructivo están las de las principales variables que se encuentran en las empresas, como son: temperatura, nivel, presión y caudal. Variables que permiten conceptualizar y afianzar los fundamentos teóricos de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

Creus, A. (2010). *Instrumentación Industrial*. México: Alfaomega Grupo Editor S.A.

dte_recursos.webs.uvigo.es. (S.F.). *Simbología de Sensores Inductivos y Capacitivos.* Recuperado en 2021, de http://dte_recursos.webs.uvigo.es/

Dunn, W. C. (2005). *Fundamentos de Instrumentación Industrial y Control de Procesos*. Estados Unidos: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Goitia, A. & Amaya, E. (1997). *Instrumentación industrial.* Venezuela: PCI Entrenamiento, S.A.

IEESL. (2018). *Instituto Politécnico Loyola, nuestra historia.* Recuperado en 2021, de https://ipl.edu.do/

Lorandi G. & Hermida, J. H. (2011). *"Los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en la enseñanza de la ingeniería". Revista internacional de Educación en Ingeniería,* Vol. 4, pp. 24-30.

Sampieri, R., Fernandez, C., Pilar, L. (2010). *Metodología de la investigación.* Mc. Graw Hill. México, D.F. (https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf)

SMC Automate-200 (2020). smctraining. (S.F.). *AUTOMATE-200C.* Recuperado en 2021, de https://www.smctraining.com/en/webpage/indexpage/473

tecquipment. (S.F.). *Calibration of a pressure gauge H3a, imagen.* Obtenido de https://www.tecquipment.com/es/calibration-of-a-pressure-gauge

tecquipment. (S.F.). *Flow measurement methods H10 imagen.* Obtenido de https://www.tecquipment.com/es/flow-measurement-methods

tecquipment. (S.F.). *Heat exchanger service module TD360 imagen.* Obtenido de https://www.tecquipment.com/es/heat-exchanger-service-module

tecquipment. (S.F.). *Unsteady state heat transfer TD1009 imagen.* Obtenido de https://www.tecquipment.com/unsteady-state-heat-transfer

MANUAL DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LÍNEAS AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN COMO ESTRATEGIA PARA LA REDUCCIÓN DE AVERÍAS DE EDESUR: SECTOR VILLA ALTAGRACIA-PANTOJA

Leidy Santos[1]
Geanny Casilla[1]
Katherine Báez[2]
José Andrickson[3]

RESUMEN

El Departamento de Mantenimiento de Redes del Sector Villa Altagracia-Pantoja de la Empresa EDESUR Dominicana, el cual comprende desde el kilómetro 13 de la Autopista Duarte, entrada de Pantoja, finalizando en Cumbre, Villa Altagracia, en el kilómetro 61 de la Autopista Duarte, rige las operaciones que se realizan al momento de llevar a cabo un mantenimiento y/o instalación de postes, aisladores, transformadores, conductores eléctricos aéreos de distribución, herrajes y seccionadores, por medio de la experiencia adquirida y conocimientos transmitidos entre supervisores y encargados de circuitos durante el tiempo de trabajo en el sector, sin que estos conocimientos sean documentados o estandarizados, lo cual incide en la generación y constancia de las averías en los circuitos del Sector. El objetivo de esta investigación se basa en diseñar un manual estratégico de instalaciones y mantenimientos de líneas aéreas de distribución como estrategia para la reducción de averías, determinando los procedimientos, estándares y materiales necesarios para las instalaciones y mantenimientos, resultando así que el nivel de satisfacción de los clientes aumente, proponiendo una disminución económica en los gastos en los que incurre la empresa en resolución de averías y

1 Estudiante de término de Ingeniería Eléctrica, IEESL.

2 Asesora, Coordinadora de Ingeniería Industrial, IEESL.

3 Asesor, Coordinador de Ingeniería Eléctrica, IEESL

documentando estas actividades. Fue utilizado como reglamento base, la Norma de Diseño y Construcción para Redes Eléctricas de Distribución, de la Superintendencia de Electricidad de la República Dominicana, así como los manuales de fabricantes de los elementos de las líneas aéreas de distribución.

Palabras clave: Líneas de Distribución, Mantenimiento de Redes, Manual

INTRODUCCIÓN

EDESUR es la Empresa Distribuidora de electricidad de la zona sur de la República Dominicana, nacida tras el proceso de capitalización de la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), su área de concesión inicia en la acera oeste de la Avenida Máximo Gómez, en el Distrito Nacional y termina en la provincia fronteriza de Elías Piña. Adquirió los derechos de distribución y comercialización de energía eléctrica en el año 1999. Debido a la extensión del área de concesión, esta fue subdividida en 4 zonas, que a la vez se subdividen en Sectores, estos son:

- Zona 1: conformada por los sectores Distrito Norte y Distrito Sur.
- Zona 2: con los sectores Noroeste, San Cristóbal, Villa Altagracia.
- Zona 3: sectores Azua, Baní y San Juan.
- Zona 4: Barahona y Neyba.

Los supervisores y encargados del Departamento de Mantenimiento de Redes del Sector Villa Altagracia, conducen las operaciones que se realizan al momento de llevar a cabo un mantenimiento y/o instalación de postes, aisladores, transformadores, conductores eléctricos aéreos de distribución, herrajes y seccionadores, estas operaciones son realizadas sin un manual que regule y establezca los procedimientos técnicos que se realizan en las redes de distribución aéreas, por lo cual, son realizadas de manera verbal por medio de la experiencia adquirida y conocimientos transmitidos entre supervisores y encargados de circuitos durante el tiempo de trabajo en el sector.

Los colaboradores que ingresan a la Empresa en las posiciones de supervisores y encargados de redes requieren mucho tiempo de entrenamiento debido a que no existen procedimientos internos establecidos para los mantenimientos eléctricos que les muestre individualmente el método de actuación para la ejecución de las actividades que conllevan los mismos; estos deben auxiliarse de los conocimientos de los colaboradores con más experiencia, lo que a su vez, retrasa la realización de los trabajos y aumenta las probabilidades de accidentes laborales.

El entrenamiento basado solo en la experiencia del personal tiene las siguientes secuelas:

- Errores técnicos mientras se aprenden los procedimientos, que se convierten en mayor tiempo empleado en una misma acción.
- Se agudiza la gravedad de la avería al llevar a cabo una maniobra incorrecta en los dispositivos, durante el mantenimiento.
- Al extenderse el plazo de los mantenimientos, se genera incumplimiento del cronograma de mantenimientos, debido a la escasa disponibilidad de personal con experiencia en los trabajos, lo cual genera largas interrupciones al servicio eléctrico y se traduce en un impacto financiero negativo para la compañía.

A raíz de los errores técnicos, se generan gastos excesivos como consecuencia del reemplazo repetitivo de equipos y materiales. Al realizarse una instalación o mantenimiento sin los estándares y materiales correspondientes, los equipos presentan fallas en un tiempo menor que el indicado por el fabricante, causando así que la Empresa realice inversiones por las constantes sustituciones de un mismo equipo.

Otra consecuencia económica para la Empresa es la reducción de los indicadores de calidad de servicios. Como empresa de distribución de energía eléctrica, EDESUR analiza el rendimiento de los departamentos técnicos a través de indicadores de calidad del servicio energético, basados en las cantidades de incidencias registradas en los sistemas de operaciones y control de los circuitos, estos indicadores son: SAIFI (Promedio Mensual de Interrupciones/Cliente), SAIDI (Promedio Horas Mensual de Interrupciones/Cliente), ASAI (Promedio de Disponibilidad del Servicio Eléctrico, en %). El incumplimiento de estos indicadores de calidad resulta en inestabilidad operativa e insatisfacción por parte de los clientes.

Entre los años 2019-2020 los ratings de calidad se encontraban por debajo de la meta anual, mostrando pérdida de energía de hasta 11GWh, equivalente a unos 49 millones de pesos dominicanos.

La falta de esta documentación para las instalaciones y mantenimientos puede conducir al aumento de probabilidades de accidentes laborales, si tanto el técnico como su supervisor desconocen las características de los elementos con los cuales están trabajando, no se estimará la necesidad de usar un equipo de protección personal conveniente. Según un comunicado de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), para el año 2000 se produjeron alrededor de 1.1 millones de accidentes

laborales en el mundo, los cuales se pudieron haber reducido con un buen uso de los EPP (Organización Internacional del Trabajo, 2000). A nivel técnico, la poca documentación evita la ejecución eficiente de los mantenimientos preventivos y correctivos, reduce la vida útil de los dispositivos y aumenta la duración y frecuencia de las interrupciones del servicio energético.

METODOLOGÍA

Este estudio fue realizado en el Sector Villa Altagracia-Pantoja, de la Empresa EDESUR Dominicana, el cual comprende desde el kilómetro 13 de la Autopista Duarte, entrada de Pantoja, finalizando en Cumbre, Villa Altagracia, en el kilómetro 61 de la Autopista Duarte.

El estudio contempla los pasos para las instalaciones y mantenimientos de los componentes de las redes aéreas de media tensión. Definiendo los pasos para la ejecución de cada actividad planteada, las características de instalación que deben cumplir los postes, conductores, transformadores, aisladores y herrajes, las políticas de seguridad para los trabajos en media tensión, así como el personal autorizado y responsable de cada una.

El estudio estuvo enfocado en las acciones que deben ser realizadas por el Departamento de Redes, con sus subdivisiones, Mantenimiento e Ingeniería y Obras. Los elementos considerados para dar mantenimientos fueron tomados a partir de las averías registradas por circuito, estas averías se filtraron mediante los informes operativos generados por el Centro de Operación de la Red de EDESUR (COR) con el sistema SCADA, obtenida la base de datos, se determinaron las más frecuentes dentro de la zona.

Para conocer el nivel de preparación técnica de los supervisores, fue realizada una encuesta para determinar cuáles parámetros toman en la instalación de nuevos equipos en las redes de distribución del sector. También fueron considerados los equipos de protección personal que deben poseer los técnicos, para reducir y/o eliminar el nivel de riesgo al que están expuestos.

Como resultado de la investigación se obtiene el diseño de un manual de instalación y mantenimiento de líneas aéreas de distribución para el Sector Villa Altagracia-Pantoja, tal como se determinó en los objetivos de esta propuesta de grado.

RESULTADOS

El estudio plantea la situación actual del Departamento de Mantenimiento de Redes Villa Altagracia-Pantoja para así poder realizar un análisis de la problemática. En este aspecto se consideran los siguientes puntos:

Personal a cargo de las instalaciones y mantenimiento

Para este análisis se realizó una entrevista a los supervisores y encargados del Departamento, en el que se determinó el método mediante el cual fueron instruidos para la realización de los trabajos, complementando posteriormente la encuesta referente a la capacitación y actualización de la Empresa, la documentación de los procedimientos y opiniones sobre los mantenimientos y el personal brigadista. Concluyendo que el personal técnico parte de la Empresa no posee las herramientas metodológicas para la realización de los mantenimientos, los supervisores nuevos en el Departamento solo reciben la inducción de los valores de la Empresa, así como de los programas tecnológicos utilizados. Al ser enviados al área de trabajo, los supervisores con más experiencias los llevan a los trabajos en ejecución para que visualicen los pasos dados por las brigadas y aprendan lo requerido. Para los mantenimientos correctivos solo son considerados los supervisores que tienen el conocimiento para solucionar la avería de forma eficiente.

Instalaciones y mantenimiento

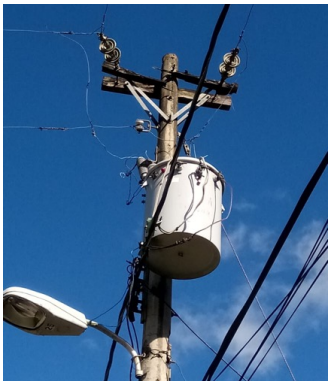
Durante los levantamientos realizados en terreno para la determinación de los equipos y procedimiento se constató que el Departamento de Redes no está realizando mantenimientos preventivos, actualmente se encuentran en la situación de solo resolver averías. Debido al deterioro presente en las redes, la frecuencia de las averías desplaza el cronograma de trabajos, por lo que el tiempo no es suficiente para ejecutar los mantenimientos preventivos. Para el año 2020 el promedio de averías por mes era de 63, estas por diferentes razones.

La no realización de los mantenimientos preventivos tiene como consecuencia las siguientes situaciones:

- La vida útil de los equipos instalados se reduce y agregan a las fallas o averías.
- Los circuitos presentan muchas averías mensuales.

- El panorama visual de los componentes es deplorable.

Al sustituir un elemento averiado, no se están haciendo las previsiones para la instalación de los elementos nuevos, tal es el caso de los transformadores, luego de retirar un transformador quemado no se evalúa la causa de la avería del transformador retirado, tampoco se considera la carga a conectar, por lo que la avería reincide. En la Figura 1 se presenta un conjunto de averías clasificadas para el estudio.



a. Cruceta rota y aisladores dañados

b. Transformador con fuga de aceite

c. Instalación irregular de transformador

d. Seccionador sin tubo portafusible

Figura 1. Condiciones Operativas Desfavorables en el Sistema Eléctrico

Encuesta del personal técnico

Otro aspecto tomado en cuenta para la determinación de la situación inicial del Departamento de Redes fue la realización de una encuesta a las 13 personas que conforman el mismo; a pesar de que la investigación va dirigida a los supervisores y encargados del Departamento, esto debido a que, independientemente de las diferentes posiciones, todo el personal ha supervisado trabajos técnicos como resultado de requerimientos de las posiciones. Para la realización de la encuesta se partió de la hipótesis de que un manual empleado al insertar los supervisores al departamento de Mantenimiento de Redes disminuiría el tiempo de inducción y de adaptación a la zona Villa Altagracia-Pantoja. Los resultados de las preguntas fueron los siguientes:

- Cuando comenzaron las operaciones en el Departamento, ¿la Empresa le dio un entrenamiento de cómo trabajar en el mismo? El 54% de los encuestados respondió que no recibieron entrenamiento.
- Después de estar laborando, ¿recibe actualizaciones de las nuevas técnicas y tecnologías que surgen en su área de trabajo? El 62% de los encuestados respondió que no ha recibido actualizaciones, un 15% respondió que sí recibe actualizaciones, y un 23% respondió que recibió en algunas ocasiones.
- ¿Se encuentran documentados los procedimientos que se deben aplicar en el Departamento? El 54% respondió que los procedimientos aplicados en el Departamento están documentados, un 31% respondió la no documentación de los procesos y un 15% respondió que algunos se encuentran documentados.
- ¿Considera que el tiempo de mantenimiento podría reducirse al cambiar los procedimientos que se aplican en los mismos? El 85% está de acuerdo que el tiempo de mantenimiento puede reducirse al cambiar los procedimientos de mantenimientos.
- ¿Cuál es su nivel de preparación técnica? El 92% de la población consultada es universitaria.
- ¿Qué tan preparado considera que el liniero debería estar respecto a los conocimientos técnicos necesarios para los procedimientos que va a realizar en sus operaciones, al momento de contratarlos? El 69.2% de afirma que el personal que trabaja directamente en las redes de distribución debe poseer una gran preparación técnica para realizar las actividades correspondientes al Departamento.

Propuesta

Se determinó que Sector Villa Altagracia-Pantoja en el Departamento de Redes, necesita un manual en el que se instruyan paso a paso las actividades a realizar por el personal, este, además de los mantenimientos a los equipos que componen la red de distribución, debe contener los cálculos necesarios para la instalación de equipos nuevos para las sustituciones.

Para la realización del manual fue consultado el procedimiento existente en EDESUR Dominicana sobre gestión de circuito en avería, con el objetivo de que el personal técnico conozca las normativas y procedimientos operativos realizados antes del paso de la avería al Departamento de Mantenimiento. Los temas evaluados en el diseño son los siguientes:

- Seguridad para trabajos en redes eléctricas aéreas.
- Equipos considerados para dar mantenimiento.
- Procedimientos para gestión de fallas permanentes.
- Procedimientos para gestión de fallas transitorias.
- Instalación de componentes en las redes de distribución aéreas de media tensión.
- Mantenimiento preventivo para redes de distribución aéreas de media tensión.
- Mantenimiento correctivo para redes de distribución aéreas de media tensión.
- Indicadores de falla y mantenimiento.

Manual de instalación y mantenimiento de líneas aéreas de distribución

En esta sección se describen los procedimientos para la realización efectiva de instalaciones y mantenimientos en las redes aéreas de distribución en la que se abordarán los temas de seguridad para trabajos eléctricos, instalaciones de equipos, postes, transformadores, conductores aéreos, aislamientos y herrajes, gestión de las

averías, así como los mantenimientos preventivos y correctivos realizados acorde a recomendaciones de fabricantes, normas como la IEEE y documentos de interés.

Este documento aplica para los supervisores y encargados de mantenimiento de redes del Sector Villa Altagracia-Pantoja, iniciando cuando le es asignado una instalación o mantenimiento y finalizando con la entrega del circuito al COR. Aspectos dentro de este punto:

- Seguridad para trabajo en redes eléctricas aéreas: corte efectivo de la fuente de tensión, enclavamiento o bloqueo, comprobación de ausencia de tensión, aterrizaje y cortocircuito, señalización de zona de trabajo.
- Riesgo de trabajo con electricidad: exposición directa a la energía eléctrica, exposición directa a elementos con alta temperatura, tableros eléctricos destapados con conexiones sueltas, caídas por trabajos en altura, exposición a golpes causados por caídas de objetos utilizados en las labores o del ambiente.
- Equipos de protección personal (EPP) en lugar de trabajo: protectores de cabeza, protectores de ojo, protectores de pies y piernas, protectores del cuerpo, protección para trabajar en altura, protección contra riesgo mecánico, protección de manos y brazos, guantes eléctricos.
- Limpieza de equipos de protección personal.
- Riesgo de trabajo en altura.
- Operación con esclareas y andamios: transporte, limpieza, colocación, entre otros.
- Salvamentos: alejar a la persona afectada lo antes posible de la zona de peligro, cuidar las acciones para que no sean precipitadas y no causar más daño a la persona, pedir ayuda de manera inmediata, realizar una revisión de la víctima para detectar lesiones, aplicar medidas de salvamento para colaborar con el tratamiento inicial del afectado.
- Procedimientos para gestión de fallas permanentes: este procedimiento fue seleccionado de los procedimientos existentes en EDESUR con la finalidad de que el supervisor de mantenimiento tenga conocimiento de los pasos realizados desde la generación de la avería hasta el envío de esta al Departamento de Mantenimiento.
- Procedimientos para la gestión de fallas transitorias.

- Instalación de componentes en las redes aéreas de media tensión: postes, izaje, puesta a tierra, crucetas, aisladores, conductores aéreos, seccionadores, transformadores.
- Mantenimiento preventivo: de transformadores, puesta a tierra, de redes eléctrica de media tensión.
- Mantenimiento correctivo: de transformadores, sustitución de pararrayos, sustitución de fusibles y cutout, sustitución de bajante baja tensión (BT) del transformador, mantenimiento correctivo de crucetas, mantenimiento correctivo a conductores media tensión (MT) y BT, mantenimiento correctivo a seccionadores o interruptores, mantenimiento correctivo a postes, mantenimiento correctivo a aisladores.
- Indicadores de fallas y mantenimiento: SAIFI, SAIDI, ASAI.

CONCLUSIONES

El objetivo de la concluida investigación fue el diseño de un manual de instalación mantenimiento para el Sector Villa Altagracia-Pantoja, de la Empresa EDESUR Dominicana, este como estrategia para la reducción de las averías asociadas a postes, transformadores, conductores aéreos de distribución, interruptores, seccionadores y herrajes. El Sector Villa Altagracia-Pantoja presenta actualmente una gran cantidad de averías ocasionadas por un deficiente mantenimiento de los elementos y equipos instalados en la red, por lo que amerita que se creen o actualicen las técnicas de ejecución de estos mantenimientos. Los mismos son realizados por un personal que no posee las herramientas metodológicas necesarias.

Los indicadores de calidad de distribución de la energía eléctrica, SAIFI, SAIDI y ASAI son proporcionales a la cantidad de averías producidas en un tiempo determinado. La reducción de las averías, resultado de la buena ejecución de las instalaciones y mantenimiento planteados en esta investigación, no solo mejoraría los indicadores de calidad del Sector, sino que los clientes verían menos interrupciones causadas por averías de distribución, así como una disminución en el tiempo ejecutado para aquellas averías inevitables, aumentando la satisfacción del cliente con EDESUR.

Con la correcta instalación y realización de los mantenimientos preventivos propuestos, EDESUR percibirá una reducción de los gastos operativos del Sector ya que las averías

generadas serán trabajadas siguiendo procedimientos que impiden la reincidencias de las averías, por lo que los gastos causados por los constantes desplazamientos de las brigadas a la locación afectada, la sustitución de materiales y equipos averiados por no ser los necesarios para la actividad y el tiempo de energía no servida, reducirán considerablemente.

Los nuevos supervisores y encargados de mantenimiento de redes tendrán un documento guía para la implementación de las prácticas que deben ser realizadas por el Departamento, por lo que, junto con el desplazamiento a los puntos de trabajos acompañados del personal responsable, el tiempo de adaptación será menor. Para los que actualmente desempeñan estas funciones este manual redefinirá los criterios para la realización de las instalaciones y mantenimientos, evitando que la brigada realice acciones innecesarias, riesgosas o que comprometan la integridad del equipo.

Dado a que se trata de un manual en el que se precisan los procedimientos, estándares y materiales para la instalación y mantenimiento de líneas de distribución y unificar los criterios del personal ejecutor, para la visualización de los resultados obtenidos con la implementación de este manual debe ser realizada una investigación complementaria al Departamento de redes Villa Altagracia-Pantoja.

BIBLIOGRAFÍA

Adames, y Delgado. (2008). *Mantenimiento en Sistemas Eléctricos de Distribución.* México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Bovea, M. (2011). *Manual de seguridad e higiene industrial para la formación en ingeniería.* Castelló de la Plana: Universitat Jaume.

EDESUR Dominicana. (2020). *Procedimiento de gestión de circuitos en avería.* Santo Domingo.

EDESUR Dominicana. (2021). *Sobre nosotros.* Retrieved Abril 10, 2021, from EDESUR Dominicana: https://www.edesur.com.do/sobre-nosotros/qui%C3%A9nes-somos/

Molina, N. (2010). *Trabajos con riesgos eléctricos en redes eléctricas de distribución.* Retrieved Abril 2, 2021, from https://estrucplan.com.ar/trabajos-con-riesgos-electricos-en-redes-electricas-de-distribucion/

Ordoñez, J., Leonardo L. (2010). *Manual de sistemas eléctricos de distribución*. Guayaquil, México: Universidad Politécnica Salesiana.

Organización Internacional del Trabajo. (12 de abril de 2000). *Organización Internacional del Trabajo.* Recuperado del 1 de abril de 2021, de https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_008562/lang--es/index.htm

MEJORA DEL INDICADOR DE EFICIENCIA GENERAL DE EQUIPOS A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN EMPRESA FARMACÉUTICA

Armando Molina[1]
Francisco Hidalgo[2]
Katherine Báez[3]

RESUMEN

La métrica OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) tiene como finalidad medir porcentualmente la eficiencia productiva de los equipos industriales. Este concepto es tomado como objeto de estudio en un proceso de ensamble dentro de una empresa de zona franca del sector farmacéutico, que está conformado por máquinas de ensamble semiautomáticas (asistido por un operador) con la finalidad de unir varios componentes plásticos hasta transformarlos en una botella. La problemática desarrollada está sustentada en el hecho de que cada uno de los factores para el cálculo del OEE (disponibilidad, desempeño y calidad) han promediado en conjunto un valor de 80.40% lo que, al compararse con el de clase mundial (85%) y con el del objetivo de la empresa (90%), queda menor en casi cinco y 10 puntos porcentuales, respectivamente. Se han identificado costos subyacentes por la mala calidad, reflejados en retrabajos, desperdicios de proceso y baja productividad que representan, aproximadamente, US$338,000.00 anuales. En el estudio se implementa la metodología Six Sigma (DMAIC) con la finalidad de ofrecer un análisis sistemático de los datos por medio de herramientas de calidad como Hojas de Verificación,

1 Estudiante de término de Ingeniería Industrial, IEESL.

2 Asesor, Profesor de Ingeniería Industrial, IEESL.

3 Compiladora, Coordinadora de Ingeniería Industrial, IEESL.

Diagramas de Pareto, Espina de Pescado, 5 Porqués, Lluvia de Ideas, entre otros, permitiendo identificar las principales causas. Las mejoras propuestas evidenciaron, en base a una proyección del comportamiento del proceso una vez implementadas, un aumento del OEE en aproximadamente nueve puntos porcentuales (9%), aumento de la productividad en aproximadamente 10%, una reducción en costos por la mala calidad, entre otros.

Palabras claves: Six Sigma, Eficiencia, Proceso, Productividad, Retrabajo

INTRODUCCIÓN

El área bajo estudio forma parte de una empresa multinacional en el ámbito farmacéutico y cuenta con 4 equipos automatizados de iguales características técnicas y de operación que se encargan de ensamblar las partes para obtener al final una botella o reservorio utilizado en un proceso posterior como parte de la materia prima para la manufactura de un kit terapéutico. Esta botella tiene una demanda diaria de 52,000 unidades. Uno de los indicadores utilizados para medir el comportamiento de estos equipos es el Overall Equipment Effectiveness (OEE), el cual consiste en la relación de factores como disponibilidad, desempeño y calidad para medir la eficiencia general de los equipos.

Estos factores constituyen aspectos de alta relevancia en la industria en términos generales y en especial de la industria médica, no solo por ser indicadores de una efectividad y productividad general (Oropeza, 1991; Baluch, 2016) sino porque, mientras por un lado, el concepto de calidad a los servicios de salud gana cada vez más importancia, pues no se trata solo de calidad en la producción, sino de que esta sea percibida también por el usuario (Forrellat, 2014; León-Ramentol, y otros, 2018), por otro lado, tanto la disponibilidad como el desempeño idóneo de los equipos son garantes de óptimos resultados en los procesos a lo interno de la empresa que se reflejarán en el alcance de los objetivos propuestos (Zambrano, Prieto, y Castillo, 2015).

Actualmente, en el proceso en cuestión, este indicador se encuentra por debajo de lo establecido en la organización, tal y como se muestra en la Figura 1.

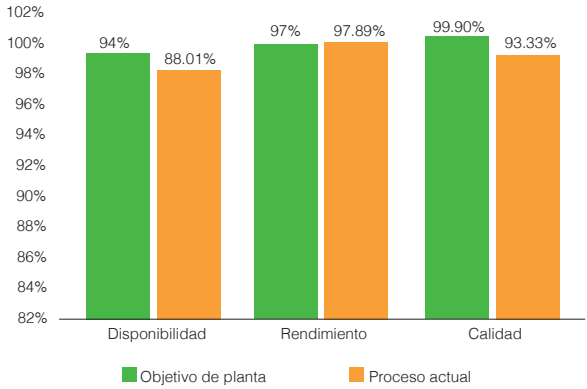


Figura 1. Factor de disponibilidad actual vs objetivo de planta

Como se observa, los factores de Disponibilidad y Calidad se encuentran por debajo del objetivo establecido en la planta (-5.99 y -6.57, respectivamente). El OEE es la relación matemática de los 3 factores que presentan la siguiente condición actual dentro del proceso del proceso de estudio:

Según la data de la primera mitad del año 2019 se han verificado cuatro eventos de calidad (no conformidades) en este subensamble que consisten en tres unidades con partículas móviles y una con derrames en la unidad. Adicionalmente, se ha verificado que los retrabajos por partícula móvil y falta de sellado representan aproximadamente el 5% de la producción total, es decir, un 74.7% en conjunto del total de las piezas defectuosas. Las unidades que no pueden ser salvadas mediante retrabajos van a desperdicios. La mayoría de estos descartes son por derrames, tapas levantadas, golpes, partículas incrustadas en partes del plástico que no se pueden salvar, así como las que caen al piso por mal manejo de materiales, conllevando a pérdidas anuales por materia prima de entre USD$65,372.00 y USD$75,000.00, tomando en cuenta que el costo unitario de la pieza ensamblada que es de US$ 0.8785.

Por lo anterior, diversas estrategias de control tendrán que plantearse para el proceso, debido a las múltiples variables que se encuentran interactuando en el indicador OEE, por lo que es necesario analizar la problemática por medio de la metodología Six Sigma (DMAIC) para eficientizar este proceso, teniendo la oportunidad de disminuir de manera consistente la variabilidad que provoca las incidencias de calidad.

Por lo descrito, la investigación realizada se enfocó en mejorar en un 5% el OEE para el proceso de ensamble automático de un componente utilizado en la manufactura de dispositivos médicos implementando la metodología Six Sigma DMAIC para incrementar la rentabilidad y credibilidad de clientes e inversores.

METODOLOGÍA

El desarrollo de esta investigación estuvo enmarcado dentro de la metodología Six Sigma, DMAIC, como se describe a continuación:

Etapa 1 (Definir)

En esta etapa se definió, mediante un Gantt Chart, las tareas y tiempo de ejecución aproximado, fue definido el equipo de trabajo, se trazaron los objetivos y el alcance del proyecto, su impacto para la organización y el ahorro proyectado. Se definieron las variables del estudio:

- Disponibilidad: Tipos y duración de las paradas no esperadas (averías) en las 4 máquinas de ensamble.
- Rendimiento: Frecuencia y duración según el tipo de microparadas en las 4 máquinas de ensamble.
- Calidad: Defectos en las botellas ensambladas: partículas móviles internas, tapas levantadas, golpes y/o rotura de tapas, derrame de solvente, unidades con fuga.

Etapa 2 (Medir)

Se determinó el desempeño del proceso actual a partir de la medición de los aspectos relacionados a las variables propuestas. En este se consideró el 100% de las paradas y productos producidos en el período (5 al 9 de agosto 2019).

Etapa 3 (Analizar)

Cada variable fue analizada utilizando las herramientas Lluvia de Ideas, Diagrama de Pareto, Espina de Pescado, 5 Porqués. De modo que se puedieran identificar los factores que representaban el mayor impacto en los procesos analizados y profundizar en identificar la causa raíz.

Etapa 4 (Mejorar):

A partir de la identificación de la causa raíz, se propusieron métodos y/o soluciones para mejorar el indicador OEE. Adicionalmente, se calculó el estado futuro de forma experimental a fin de comprobar la eficacia de la mejora identificada para cada caso.

Etapa 5 (Controlar)

Se identificaron los criterios de control para garantizar la permanencia y sostenibilidad de cada una de las mejoras planteadas, se proyectó el comportamiento del indicador y sus variables.

RESULTADOS

Fueron medidos y contrastados los factores de disponibilidad actuales en relación con los obtenidos de la planta. A continuación, se abordan cada uno de los factores presentados y se presentan los principales resultados y controles propuestos.

Factor Calidad

A lo largo de todo el proceso bajo estudio son verificados diferentes tipos de defectos, los mismos han influenciado para que el factor calidad se desarrolle promediando 93.33%, por ende, es el que más influye a la merma del indicador OEE.

A continuación se muestra el comportamiento del factor calidad. Se aprecia que todas las máquinas obtuvieron valores por debajo del valor estipulado como Objetivo de planta de 99.9%. Se obtuvo un total de 17,049 unidades defectuosas, las cuales representan el 7.11% de las piezas totales producidas durante el proceso de medición.

Tabla 1. Resultados acumulativos factor calidad

Descripción	***MAQ. # 1***	***MAQ. # 2***	***MAQ. # 3***	***MAQ. # 4***	***Total***
Producción total salida de la máquina	63,621	66,920	58,761	67,278	256,580
Tapas levantadas	88	109	127	197	521

Golpes	80	94	176	195	545
Derrames de pegante	538	889	1,298	525	3,250
Partícula móvil	1,889	2,133	1,600	1,690	7,312
Falta de sellado en las partes	1,199	1,718	1,348	1,156	5,421
Total de defectos en proceso	**3,794**	**4,943**	**4,549**	**3,763**	**17,049**
Producción total libre de defectos	**59,827**	**61,977**	**54,212**	**63,515**	**239,531**
Factor de Calidad	94.04%	92.61%	92.26%	94.41%	
Promedio total de Factor de Calidad	93.33%				

Se realizó un Diagrama de Pareto con los cinco tipos de defectos medidos en la etapa anterior, con lo cual se identificaron partículas móviles y falta de sellado como los principales ofensores.

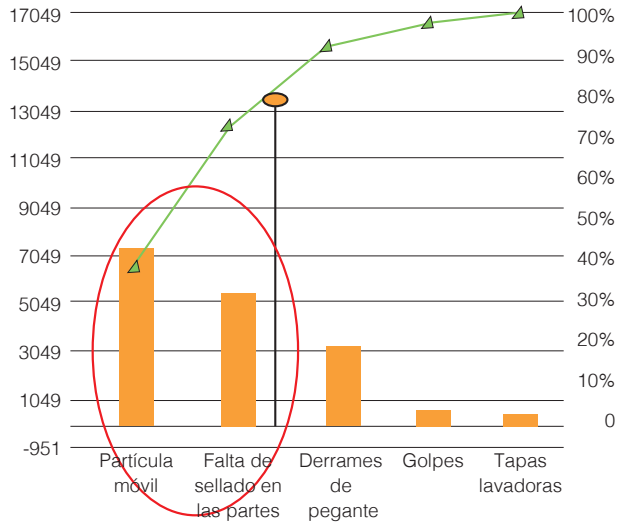


Figura 2. Diagrama de Pareto tipos de defectos en el factor calidad

Con cada defecto fue realizado un Diagrama de Ishikawa para determinar la posible causa raíz y, posteriormente, cada posible causa fue analizada utilizando los 5 Porqués. Con los resultados finales del análisis, fueron propuestas posibles soluciones, las cuales fueron ponderadas considerando su factibilidad, posibilidad medicine y rentabilidad. Las posibles soluciones para ambos tipos de defeco se presentan a continuación:

Partícula móvil

Tabla 2. Criterios de aceptación o rechazo, causa raíz, propuesta de mejoras y controles para el factor calidad (A)

Situación	***Causa***	***Propuestas de mejora***	***Controles***
Materia prima (Body) contiene partículas.	No existen mecanismos de limpieza de partículas del componente en el área de moldeo. Los separadores colocados dentro de los paquetes se rompen con facilidad.	Colocación de un sistema de aire ionizado a las estaciones de inspección del body. Cambiar el material de los separadores por otros de otro tipo que no se rompa en la manipulación.	Adiestramiento y/o cualificación del personal en el estándar de operaciones de la estación de inspección. Cambio a procedimiento del BOM sobre el separador, adiestrando al personal.
Limpieza inadecuada de la superficie de la máquina.	No existen instrucciones estandarizadas de limpieza del equipo. La frecuencia de dicha limpieza es insuficiente.	Crear estándares/ instrucciones de limpieza para los equipos, enfatizando en las áreas más vulnerables. Aumentar la frecuencia de limpieza.	Adiestramiento y/o cualificación del personal en base al nuevo estándar de operaciones de limpieza. Adiestramiento y/o notificación al personal.

Situación	*Causa*	*Propuestas de mejora*	*Controles*
Sistema de aire ionizado no funciona adecuadamente.	El sistema de aire ionizado no está dentro del programa de mantenimiento preventivo del equipo.	Colocar los sistemas de ionizado de aire en el programa de mantenimiento preventivo, estableciendo tareas y frecuencias de estas.	Entrenamientos a todo el personal, seguimiento de cumplimiento mediante auditorías internas al sistema de mantenimiento.
Los fixtures de limpieza de las máquinas retiran poca o ninguna partícula.	El diseño de los fixtures no es lo suficientemente robusto y eficiente para la limpieza de cada componente de la botella.	Diseñar nuevos fixtures de limpieza capaces de aumentar la efectividad en dicha tarea.	Inclusión en los planos de las máquinas los nuevos fixtures y entrenamientos al personal.

Falta de sellado en las partes

Tabla 3. Criterios de aceptación o rechazo, causa raíz, propuesta de mejoras y controles para el factor calidad (B)

Situación	*Causa*	*Propuestas de mejora*	*Controles*
Mal ajuste de válvulas.	No se ha implementado un método preciso de ajuste.	Ajustar el procedimiento para que que sea pesado el solvente en cada cambio de tanque o de aguja, garantizando el ajuste inmediato.	Adiestramiento al personal, auditorías internas para verificar cumplimiento.

Situación	*Causa*	*Propuestas de mejora*	*Controles*
No sube solvente desde el tanque a la estación de sellado.	Conexiones en flotas en mal estado. Dispositivos no están en mantenimiento preventivo.	Rehabilitar todas las flotas internas de los tanques de solvente. Incorporar este sistema en el mantenimiento preventivo del equipo.	Adiestramiento al personal. Seguimiento de cumplimiento mediante auditorías internas al sistema de mantenimiento.
Agujas tapadas.	Agujas de plástico que se deterioran fácilmente con el solvente.	Incorporar al proceso un nuevo tipo de aguja de material resistente al solvente.	Inclusión en los planos de la máquina las nuevas agujas. Cambio a procedimiento de calidad para establecer especificaciones de la aguja propuesta.

A continuación se muestra el diseño recomendado del fixture de limpieza del body que mejoraría la extracción de la partícula desde lo más profundo de la pieza hacia afuera de ella mediante una mejor interacción de los aires comprimido y de vacío. También se muestra el diseño recomendado del fixture de limpieza de las tapas que mejoraría la extracción de la partícula mediante una mejor interacción de los aires comprimido y de vacío de forma lineal.

Frontal Laterales

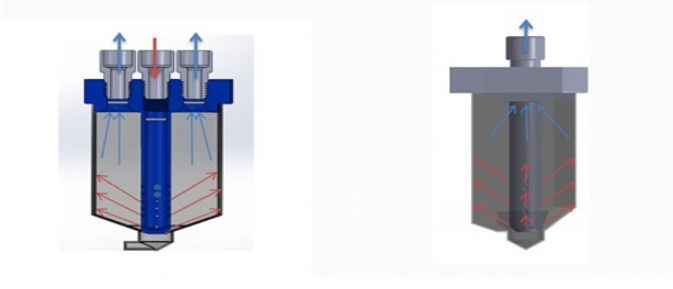


Figura 3. Diseño recomendado para el fixture de limpieza de Body

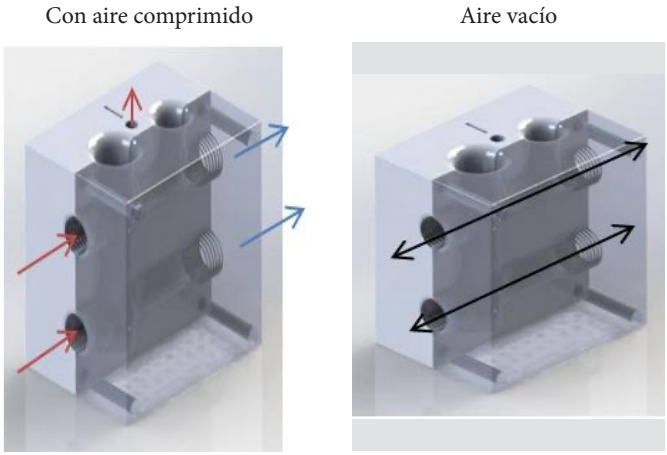


Figura 4. Diseño recomendado para el fixture de limpieza de tapas

Factor Disponibilidad

Este factor presenta que en promedio el 11.9% del total del tiempo disponible de los equipos se pierde por paradas, tanto programadas como por averías, representando estas últimas un poco más del 65% del total de este tiempo perdido, el resto del promedio correspondientes a paradas programadas como ajustes de equipo, limpieza, parada final de turno, etc.

A partir de la evaluación de las paradas registradas, se identificó que las paradas por averías representaron el 52% del total del tiempo perdido. Se procedió a analizar las paradas por averías y se identificaron 8 tipos de fallas que representan el 80% de las paradas.

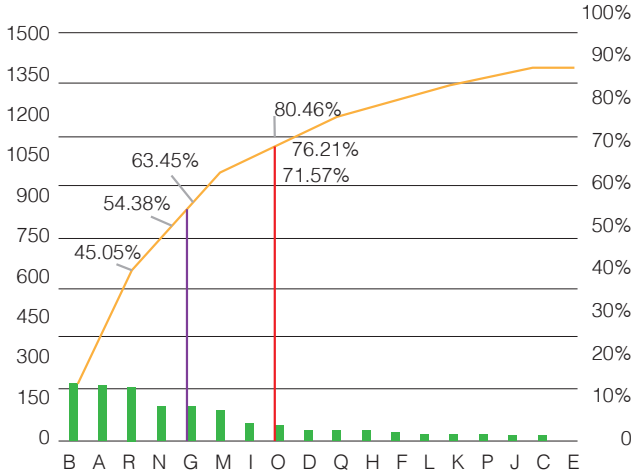


Figura 5. Diagrama de Pareto de tipos de paradas

Estos tipos de averías fueron analizados utilizando el diagrama de Ishikawa y los 5 Porqués. Para facilitar la lectura, en este artículo se han incluido las conclusiones, recomendaciones y controles propuestos para las 5 principales causas que representan el 63.45% de las averías.

Tabla 4. Criterios de aceptación o rechazo, causa raíz, propuesta de mejoras y controles para el factor disponibilidad

Situación	***Causa***	***Propuestas de mejora***	***Controles***
(B) Cambio de aguja por deterioro.	Las agujas resultan poco resistentes a los efectos abrasivos del solvente pegante.	Cambio de las agujas plásticas por agujas de acero inoxidables más resistentes y duraderas.	Inclusión en los planos de la máquina las nuevas agujas. Cambio a procedimiento de calidad para establecer especificaciones de la aguja propuesta.

Situación	*Causa*	*Propuestas de mejora*	*Controles*
(A) Error en sensor transducer.	Existe un mal diseño del fixture de limpieza de tapas donde ubica el agujero de aire de vacío en el fondo de este, facilitando que caiga líquido hasta estos dispositivos al momento de la limpieza.	Desarrollo de un nuevo diseño de Fixture de tapa y body para eliminar el agujero de aire de vacío en el fondo para evitar que caiga líquido por este.	Inclusión en los planos de las máquinas los nuevos Fixtures, estandarizando medidas.
(R) Parada por activación de botón de parada de emergencia del equipo.	Mala distribución de los botones de mando en el que los botones de parada de emergencia y de arranque están muy cercanos.	Traslado del botón de emergencia hacia la parte frontal del operador, dejando solo los botones de mandos comunes en la caja de mando manual.	Inclusión del cambio del botón de emergencia en los planos de las máquinas de ensamble. Entrenamiento al personal.
(N) Purga del sistema de tuberías del solvente pegante.	Deterioro de las conexiones eléctricas del sistema de flota interna del tanque que no permite su correcto funcionamiento, dejando el sistema de tuberías vacío.	Adecuar y/o rehabilitar todas las flotas dañadas de los tanques de depósito de solvente que apliquen. Promover el TPM para el correcto mantenimiento y funcionamiento de estos sistemas.	Entrenamientos al personal. Seguimiento de cumplimiento mediante auditorías internas al sistema de mantenimiento.
(G) Parada por ajustes mecánicos de actuadores por Cola de Milano.	Deterioro de las Colas de Milano por falta de herramientas adecuadas debido a la pérdida de esta por no tener	Rehabilitar y/o cambiar por nuevas todas las Colas de Milano averiadas. Promover el TPM para el correcto	Inclusión en los planos de la máquina las nuevas agujas. Cambio a procedimiento

Situación	*Causa*	*Propuestas de mejora*	*Controles*
	un lugar adecuado de guardarlas dentro del CR.	mantenimiento y funcionamiento de estos mecanismos. Dotar de herramientas adecuadas a los técnicos. Armario con compartimientos con llave para guardar las cajas de herramientas de los técnicos.	de calidad para establecer especificaciones de la aguja propuesta. Entrenamiento al personal.

Factor Rendimiento

En este factor se observan constantes microparadas de los equipos, combinadas con situaciones técnicas que hacen que se disminuya la capacidad productiva de dichas máquinas. Esta disminución en la capacidad productiva es la diferencia entre la capacidad nominal (620 und. por hora) y la producción real producida, la cual ronda las 5497 piezas dejadas de producir semanalmente. Este factor se desarrolla en un promedio de 97.89%.

En este factor se obtuvieron valores por encima del estipulado en la organización. Sin embargo, se dejan de producir, según las mediciones, 21,988 unidades mensuales. Las microparadas (paradas iguales o menores a 5 minutos de duración) identificadas fueron las siguientes:

Tabla 5. Microparadas

Tipo de parada	*Frecuencia*	*T. Total (min)*	*Unidades no producidas*
Rotación de personal	120	60.0	620.4
Filtro atascado en tobogán	83	20.8	214.6
Ajustes de estación sellado	102	306.0	3,168.0
Atasco de vent cap	88	22.0	227.5
Alarma de puerta abierta	79	79.0	817.8

Tipo de parada	*Frecuencia*	*T. Total (min)*	*Unidades no producidas*
Contactos de cierre de guardas de seguridad flojos	62	43.4	448.8
Total	534	531.3	5,497.0

Se realizó un análisis de Pareto para identificar el tipo de microparadas con mayor incidencia en el rendimiento. Posteriormente, se realizó un análisis de 5 Porqués y finalmente, se propusieron mejoras y controles.

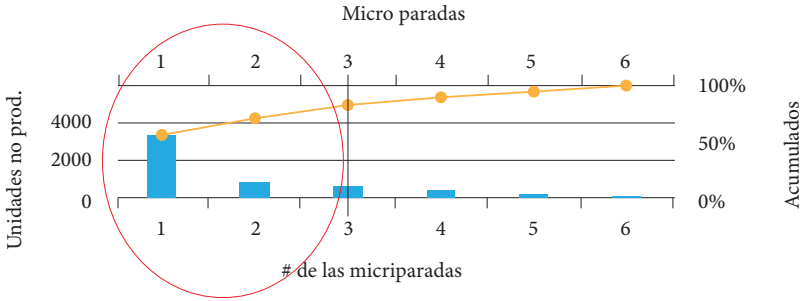


Figura 6. Diagrama de Pareto tipos de microparadas

Situación	*Causa*	*Propuestas de mejora*	*Controles*
1. Parada por ajuste en la estación de sellado de partes.	No existe un procedimiento adecuado para lograr un ajuste de válvulas más eficiente y directo.	Modificar el proceso de pesado de solvente, para que dicha tarea se realice adicionalmente cuando sea reemplazada una aguja y cuando sea cambiado el tanque de depósito de solvente vacío garantizar un ajuste inmediato.	Adiestramiento al personal. Auditorías internas para verificar cumplimiento.

Situación	*Causa*	*Propuestas de mejora*	*Controles*
2. Abertura de puerta en el momento de operación del equipo.	El mecanismo de cierre de guardas no es lo suficientemente robusto para no permitir la abertura de guardas de seguridad al momento de operación del equipo.	Cambiar el sistema de cerradura de guardas actual por un sistema de cierre con imán eléctrico que garantice que las puertas no se abran hasta que el equipo esté detenido.	Inclusión de nueva cerradura en los planos de las máquinas de ensamble. Estandarización de piezas.
3. Parada por puerta mal cerrada.	El sistema se deteriora debido a la frecuencia y el tipo de trabajo al que son sometidos.	Cambiar el sistema de cerradura de guardas actual por un sistema de cierre con imán eléctrico que garantice el correcto cierre de la guarda.	Inclusión de nueva cerradura en los planos de las máquinas de ensamble. Estandarización de piezas.

CONCLUSIONES

El desarrollo de esta investigación propone la implementación de la metodología Six Sigma (DMAIC) y proyecta una mejora en el indicador OEE del área bajo estudio a un promedio de 92.60%, es decir, un 9.2% más de los valores encontrados, superando las expectativas de mejorar en 5 puntos porcentuales dicho indicador.

Fue identificado que el factor calidad fue el de mayor impacto operativo y económico para el indicador OEE, generando pérdidas superiores a los US$336,000.00. El análisis arrojó además que los tipos de defectos de mayor influencia fueron "partículas móviles", "derrames" y "falta de sellado de partes", que en conjunto representaron más del 50% de las pérdidas.

Respecto a los aspectos económicos, a partir de la implementación de esta propuesta resultaría:

- Disminución de los costos de la pobre calidad en más de un 60%.

- Aprovechamiento de los equipos traducido a un incremento de la productividad en aproximadamente un 11%.
- Disminución de horas extras para completar requerimientos de la demanda del cliente interno.
- Reubicación de 3 personas del área representando un ahorro de aproximadamente US$18,600.00.

BIBLIOGRAFÍA

Baluch, N. (2016). Evaluación del desempeño de la gestión de mantenimiento: medición de la efectividad general de los equipos en las plantas de beneficio de aceite de palma de Malasia. *Revista Palmas,* 69-78.

Forrellat, M. (2014). Calidad en los servicios de salud: un reto ineludible. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia,* 179-183.

León-Ramentol, C. C., Menéndez-Cabezas, A., Rodríguez-Socarrás, I. P., López-Estrada, B., García-González, M. C., & Fernández-Torres, S. (2018). Importancia de un sistema de gestión de la calidad en la Universidad de Ciencias Médicas. *Arch. Med. Camagüey,* 843-857.

Oropeza, M. (1991). *Indicadores de calidad y productividad en la empresa*. Venezuela: Corporación Andina de Fomento.

Zambrano, E., Prieto, A. T., & Castillo, R. (2015). Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas. *TELOS*, 495-511.

REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS DE DOBLEZ Y BAJA INSERCIÓN EN LA FABRICACIÓN DE I.V. SET EN UNA EMPRESA DE DISPOSITIVOS MÉDICOS

Itcel Acevedo[1]
Jhanssen Reyes[1]
Anthony Rivera[1]
Roberto Roche[2]
Katherine Báez[3]

RESUMEN

El presente artículo constituye un extracto de la investigación realizada para la reducción de defectos en una línea de producción de productos para procedimientos intravenosos (I.V. Sets), perteneciente a una empresa de fabricación de dispositivos médicos localizada en República Dominicana. Actualmente esta línea está perdiendo aproximadamente DOP $5,402,006 al año por la generación de defectos, de los cuales el 82.41% está representados los defectos de doblez y baja inserción. Además de pérdidas financieras, estos defectos provocan el aumento del retrabajo y representan un peligro para la salud de los pacientes que entran en contacto con los productos defectuosos. Este proyecto tuvo como objetivo estudiar, analizar y comprender las variables que tienen impacto en la generación de defectos para presentar propuestas para su reducción. Como resultado, se propone la compra de equipos especializados, entre ellos un medidor de diámetro para atacar el defecto doblez y se desarrolló una propuesta de un sistema estandarizado de secado para atacar el defecto de baja inserción.

Palabras clave: Dispositivos Médicos, Reducción de Desperdicios, Línea de Producción.

1 Estudiante de Ingeniería Industrial, IEESL.

2 Asesor, Profesor de Ingeniería Industrial, IEESL.

3 Compiladora, Coordinadora de Ingeniería Industrial, IEESL.

INTRODUCCIÓN

La empresa que se trabaja en el presente estudio se encuentra ubicada en la República Dominicana, específicamente en el municipio de Haina de la provincia San Cristóbal, en el contexto del Parque Industrial ITABO (PIISA), y se dedica a la fabricación de dispositivos médicos, perteneciendo a la división de cuidados críticos. El trabajo de la empresa consiste básicamente en el ensamblado de diversos tipos de productos, y uno de los productos más importantes es el I.V. Set, que son un conjunto de elementos que se utilizan en el suministro de medicamentos intravenosos, así como la transfusión de sangre y plaquetas. La empresa cuenta 1,800 personas y se trabajan 3 turnos (7:00 am – 3:00 pm, 3:00 pm – 11:00 pm y 11:00 pm – 7:00 am).

En la actualidad, el indicador de desperdicio de la línea en cuestión tiene una pendiente creciente con una variación acumulada durante el año de 7.96%, cuando el objetivo es de un 5.2%. Tal como lo plantean Fontalvo, de la Hoz y Morelos (2018), los altos niveles de desperdicio afectan negativamente la productividad y los costos de transformación en cualquier rubro, y en el caso de esta línea, significan además una pérdida económica anual para la empresa de DOP $5,402,006.

Basado en la data recopilada en un Diagrama de Pareto entre el periodo de julio 2018 a junio 2019, la línea de I.V. Set se ha estado viendo afectada por la generación de altos porcentajes de desperdicio, de los cuales el doblez[1] y la baja inserción[2] se destacan como los mayores ofensores, sumando 82.41% de los defectos generados en las líneas de producción.

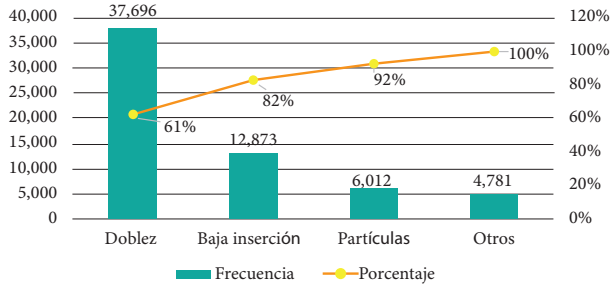


Figura 1. Diagrama de Pareto para los defectos de la línea de I.V. Set

1 Giro o curva en el cuerpo del tubo que afecta su diámetro interior disminuyendo o eliminando del todo su eficacia.

2 Ajuste inadecuado entre dos elementos (tubos) del I.V. Set.

Teniendo estos datos en cuenta, la investigación estuvo enfocada en disminuir un 93% la generación de desperdicios causados por los dos grandes defectos en la línea, lo que equivale a más de DOP $5,000,000.00, y de esa manera se disminuyen también los costos de fabricación, lo que a su vez se traduce en un aumento del margen de utilidad para la empresa.

En términos generales, se puede decir que esta investigación está enfocada en plantear propuestas viables que permitiesen la disminución de los desperdicios generados por los defectos de baja inserción y doblez en la línea de producción de I.V. Set, y, de manera específica, para alcanzar ese objetivo general, nos propusimos las siguientes metas: a) Realizar un análisis de causa raíz de los defectos de doblez y baja inserción; b) Formular una propuesta para detectar y reducir el defecto de doblez, c) Formular una propuesta para detectar y reducir el defecto de baja inserción; d) Elaborar un análisis de rentabilidad para las propuestas.

METODOLOGÍA

Se trata de una investigación del tipo explicativo, ya que busca dar con las razones que expliquen la relación de causa y efecto entre los desperdicios generados en la línea bajo estudio (Hernández, Fernández, y Baptista, 2003). El enfoque de la investigación es mixto, a saber, cuantitativo y cualitativo. Cualitativo porque se busca estudiar y analizar datos numéricos de los problemas de la investigación (Ato, López, y Benavente, 2013; Salgado, 2007); y cualitativo porque además se intenta comprender e interpretar los fenómenos dentro de su contexto causal (Ruetti y Cuenya, 2010).

La población considerada para esta investigación fueron las 770,890 unidades que produjo la línea I.V. Set durante el periodo comprendido entre julio 2018 hasta junio 2019.

Las variables analizadas fueron: a) niveles de desperdicios derivados del proceso industrial, b) dobleces a lo largo de los tubos que reducían el diámetro interior modificando la presión y en el peor de los casos obstruyendo el paso del fluido, c) baja inserción entre las piezas del I.V. Set que causaban uniones de poco tiempo.

Recolección y análisis de los datos

Se utilizó el diagrama de flujo del proceso para entender la manipulación del material desde la entrada de este como materia prima hasta la salida como producto terminado.

También se realizó un VOC a los clientes internos para dar con una explicación a las posibles causas de los problemas de doblez y baja inserción; y un diagrama de causa y efecto para identificar las posibles causas que generaban los defectos de doblez e inserción baja. Posteriormente, se realizó un Diagrama de Pareto a cada una de las posibles causas identificadas.

Para el defecto de doblez, se hizo un rastreo desde la llegada del tubo a la empresa hasta la llegada a la línea para determinar donde se está produciendo el defecto. Se incluyó la evaluación de distintos suplidores del material. Con el defecto de baja inserción se realizó un diseño de experimentos para la determinar las variables que afectan el curado al momento de hacer el ensamble del tubo del I.V. Set, luego se hizo un estudio de tiempos para determinar el tiempo estándar de producción para relacionarlo contra la demanda.

Finamente, se presentó una propuesta de mejora y control para cada uno de los defectos estudiados, así como un análisis de económico.

Proceso

Como se ha explicado, el I.V. Set es un dispositivo médico utilizado para el suministro de sustancias líquidas de manera directa al flujo sanguíneo mediante las venas con el fin de acelerar el tiempo en que se tarda el cuerpo en asimilar los medicamentos o nutrientes. En la actualidad los I.V. Set son los únicos dispositivos médicos que permiten el suministro de hematíes, plasmas, plaquetas o sangre (Bolla y otros, 2020). En la figura 2 se muestra el producto terminado y el plano del I.V. Set (tubo, pinza de goteo, llave reguladora, conector macho).

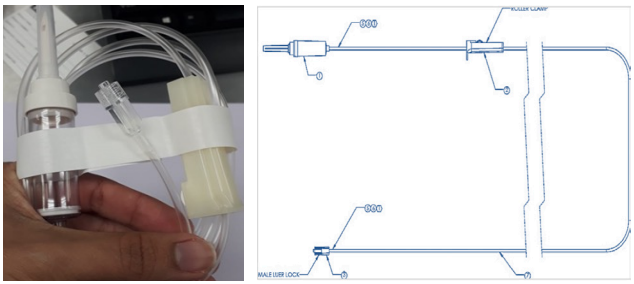


Figura 2. Producto I.V. Set y su plano

La línea de I.V. Set, está compuesta por un supervisor, cuatro operarios y un suplidor de materia prima. Los departamentos que inciden de manera directa con la línea de producción son Ingeniería de Proceso, Departamento de Producción y el Departamento de Control de Calidad.

La distribución de la línea de producción del I.V. Set se corresponde con la figura 3. En la misma se visualiza el flujo en la línea de la materia prima hasta convertirse en un producto final.

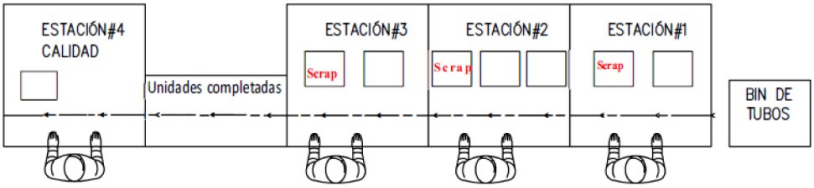


Figura 3. Layout de la línea de producción del I.V. Set

La secuencia del proceso de fabricación que se sigue consiste en: a) Unión del tubo con el conector macho (Estación 1), b) Unión del subensamble con la pinza de goteo (Estación 2), c) Inspección final del ensamble (Estación 3), y d) Pruebas de calidad (AQL) para la baja inserción, Leak o fuga, Pull test o prueba de tracción, y defecto por partículas (Estación 4).

RESULTADOS

A partir de un levantamiento de información realizado en la línea bajo estudio y la aplicación de un cuestionario al personal experto de manufactura de estos productos, fueron identificadas las siguientes posibles causas asociadas a los defectos de doblez y baja inserción, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Posibles causas de los defectos de doblez y baja inspección

Defecto doblez	*Defecto de baja inserción*
Almacén con altas temperatura	Falta de capacitación

Defecto doblez	*Defecto de baja inserción*
Doblez en los rollos	Falta de responsabilidad
Defecto desde el proveedor	Mala manipulación de los materiales
Falla de inspección	Falta de instructivos
Falta de capacitación	Tiempo de espera de secado no estandarizado
Mala manipulación	Solvente incorrecto
Falta de responsabilidad del operador	Defectos en el diseño de los materiales
Falta de inspección en el proceso	Humedad y temperatura ambiental fuera de parámetros para el solvente
Falta de verificación de espacio de rodillos	Falta de inspección en el proceso
Rodillos muy estrechos de la cortadora de tubos	
Falta de instructivo	
Mal embobinado	
Presión en las vueltas	

Estas posibles causas se utilizaron para la realización del diagrama de causa raíz y lograr obtener una mejor visión de cuál es el detonante de los defectos de doblez y de baja inserción. Todas fueron tabuladas y analizadas en una misma tabla a través de cinco criterios (causa directa, solución, factible, medible y bajo costo), luego se le asignó una valoración máxima de 3 puntos por criterio con la finalidad de encontrar la mayor calificación. Ver figuras 4 y 5 (Diagrama de Ishikawa para el doblez del tubo y baja inserción).

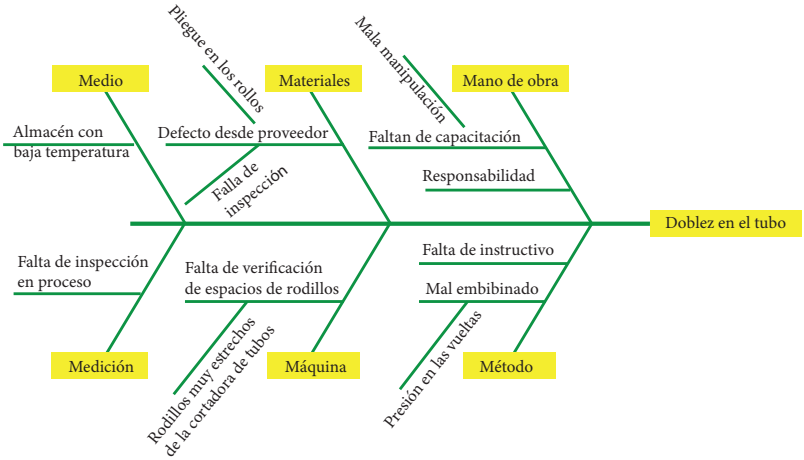


Figura 4. Diagrama de Ishikawa para el doblez del tubo

Se determinó que la causa raíz del defecto de doblez con mayor calificación fue Defecto desde el proveedor con una puntuación de 13 puntos.

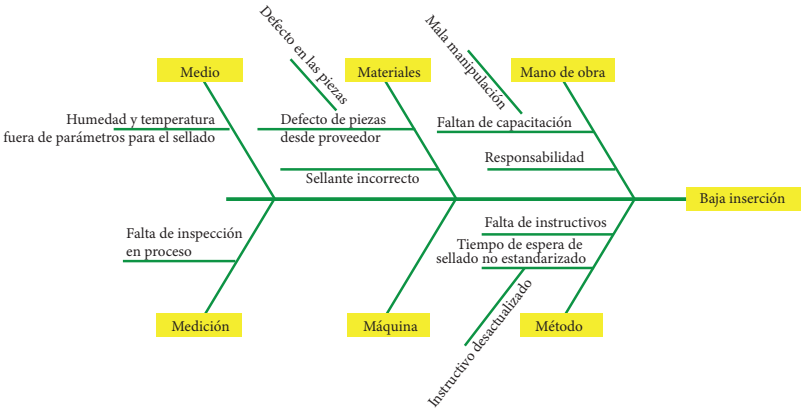


Figura 5. Diagrama de Ishikawa para la baja inserción

Para el Defecto de baja inserción, la posible causa con mayor puntuación fue tiempo de espera de secado no estandarizado con una valoración de 15 puntos.

Análisis del Defecto de doblez

Basado en la metodología DMAIC se analizaron las variables que podían colaborar a demostrar que el Defecto de doblez era proveniente desde el suplidor o se generaba en los procesos internos (entrada del material al almacén, condiciones de almacenaje y proceso de despacho al área de producción). No fueron identificadas posibles causas asociadas a los procesos internos.

Fue identificada una relación de los Defectos de doblez, al suplidor a partir del análisis de muestras aleatoria (30 rollos) la entrada del producto al almacén, lo cual arrojó 6.67% de defectos (dos rollos con defectos).

Se analizó el cambio de suplidor, lo cual significaría un aumento en los costos de la materia prima de DOP $2, 547,897.00, esto sin considerar los costos del proceso de validación de este nuevo suplidor. Adicionalmente, no se garantiza un porcentaje de Defecto de doblez por debajo de 5%, debido a que las condiciones de transportación afectan las propiedades del material.

Teniendo en cuenta que el cambio del suplidor no es una opción viable, se optó por proponer un sistema de control para detección del Defecto de doblez para poder disminuir la generación de este defecto antes de entrar a la línea.

Sistema de control para detección del Defecto de doblez

Actualmente en la empresa, al momento en que se recibe el contenedor con la materia prima, se realiza un proceso de inspección (destructiva) en la entrada tomando una muestra en base al AQL (Límite de Calidad Aceptable).

Se propone incluir una estación para la medición de diámetros de los tubos e incluir control visual en la estación para la detección de materia prima defectuosa antes de procesar, aumentar el rendimiento de la línea (disminución de unidades defectuosas) y disminución de pérdidas.

Fueron analizados los equipos Beta Laser Mike Z-Mike 84303- 4025 y XACTUM Single Axis Micrometer XLS150 (rango, exactitud, pecio). Fue seleccionado Beta Laser Mike debido a que tiene una mejor exactitud y el costo es menor. Con este equipo se podrá detectar aproximadamente el 97% de los tubos al inicio de la línea.

Análisis financiero

Teniendo un ingreso fijo cada mes de DOP $221,425, considerando que los egresos fijos (costos de manufactura DOP $23,555, costos de mano de obra fija DOP $10,883), cabe destacar que los siguientes costos de inversión son de DOP $315,111 (capacitación DOP $17,251, medidor de diámetros DOP $280,000, calibración mensual de equipo DOP $12500 y los costos de hoja de instrucciones DOP $5, 360).

La empresa tiene una pérdida anual de DOP $3,340,158, y en caso de que la empresa aplique esta propuesta tendría una pérdida de DOP $683,059, obteniendo un porcentaje de mejora del 80% con relación al último año. La empresa se estaría ahorrando DOP $2,657,099. Se calculó un período de recuperación = 1.69 meses ≈ 1 mes y 21 días.

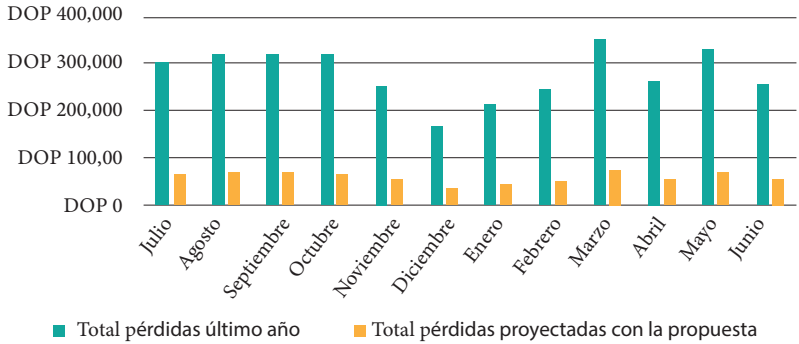


Figura 6. Pérdidas actuales vs pérdidas con la propuesta

Análisis del Defecto de baja inserción

Para el Defecto de baja inserción la causa raíz que obtuvo una mayor puntuación a través de los factores evaluados en la tabla de priorización fue el tiempo de secado no estandarizado. Buscando comprobar cuál era la causa raíz que generaba este desperdicio en la línea se retó el proceso contra las especificaciones técnicas y modo de empleo del solvente que propone el fabricante.

No fueron identificados incumplimientos relacionados a las condiciones de temperatura y humedad del solvente. Se realizó una prueba de secado del solvente, la cual resulto en un tiempo óptimo de 2.5 segundos para el secado del solvente, lo que generó un 100% del rendimiento.

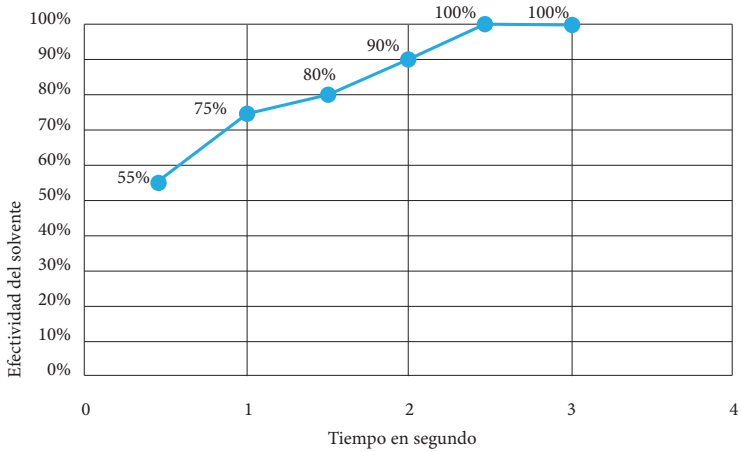


Figura 7. Relación del tiempo-efectividad del solvente

Sistema estandarizado de secado

Se propone un sistema de temporización en el proceso de secado para bajar de 1.67% a 0.1% el defecto de baja inserción de la producción total, con una disminución de 95%. Este es un temporizador que el operador accionará mediante un pedal una vez haya insertado el conector (pinza de goteo, conector macho) en el tubo con solvente, se proyectará el conteo mediante una pantalla que está colocada en la estación de trabajo, con la finalidad de darle el tiempo óptimo de secado al ensamble de 2.5 segundos. Luego de pasar el tiempo, el operario debe continuar con la siguiente operación del ensamble de I.V. Set.

Para esta propuesta es necesario colocar dos pantallas con sus indicadores en la línea de ensamblaje y pedal para las dos áreas de inserción de tubos en la línea. Llevar a cabo esta propuesta demanda de los siguientes equipos:

2- Pantallas LED 13” Lenovo

2- PC Lenovo M715q

2- Pedales

2- Luces indicadoras

La Tabla 2 muestra los costos involucrados para la propuesta como son: creación del software, puntos de red, Lenovo M715Q, pedales industriales, luces indicadoras industriales y pantallas Lenovo T1714p. Con un costo total de DOP $261,066. El periodo de recuperación = 2.91 meses ≈ 2 meses y 28 días.

Descripción	**Monto**
Creación del Software	DOP $45,642.00
Puntos de red	DOP $10,143.00
Lenovo M715Q	DOP $127,228.00
Pedales industriales	DOP $23,156.00
Luces indicadoras industriales	DOP $1,225.00
Pantallas Lenovo T1714p	DOP $53,672.00
Total	DOP $261,066.00

Plan de control para ambos defectos

Para que las mejoras propuestas sean productivas se debe implementar junto con ellas un plan de control el cual permita mantener en monitoreo los procesos, cuidando que estos siempre se mantengan dentro de los límites aceptables para que sea rentable la producción del I.V. Set. Para llevar a cabo esta etapa se propone utilizar:

Hoja de inspección: esta ayudará a recolectar la data de los defectos por turnos cada hora, para realizar posteriormente la gráfica de control que mostrará si el proceso se encuentra bajo control.

Carta de control: servirá para monitorear el comportamiento de los defectos de doblez y baja inserción.

Control para el Defecto de doblez

El porcentaje de este defecto debe mantenerse por debajo de 1%, este es el límite superior y en caso de que el porcentaje de doblez en un turno lo exceda, se debe realizar un análisis de causa raíz. El objetivo o valor esperado VE será 0.5% y el límite inferior es 0%, en este caso el límite importante es el superior.

Hoja de inspección											
Estaciones de trabajo	Defecto	Código	**Horario** | Turno A ☐ - Turno B ☐								Total
			1ra hora	2da hora	3ra hora	4ta hora	5ta hora	6ta hora	7ma hora	8va hora	
Estación 1	Doblez	DO									
	Baja inserción	BI									
Estación 2	Doblez	DO									
	Baja inserción	BI									
Estación 3	Doblez	DO									
	Baja inserción	BI									
Estación 4	Doblez	DO									
	Baja inserción	BI									

Figura 8. Hoja de inspección para la línea del I.V.

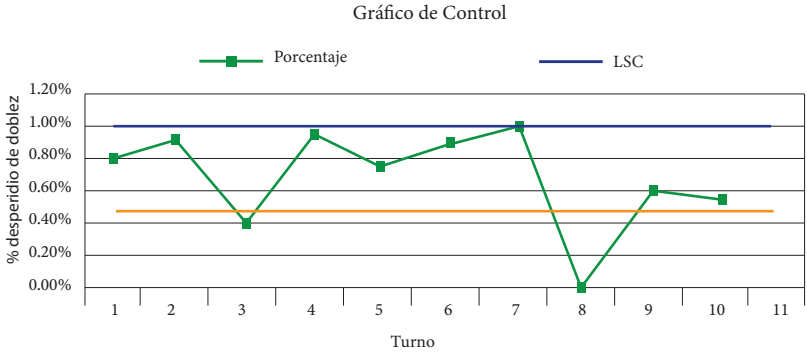


Figura 9. Carta de control para el doblez

Control para el Defecto de baja inserción

El porcentaje de este defecto debe mantenerse por debajo de 0.5%, este será el límite superior y en caso de excederlo se debe realizar un análisis de causa raíz para detectar la falla en el proceso. El límite inferior es 0% y el valor esperado u objetivo es 0.25% de este defecto de la producción.

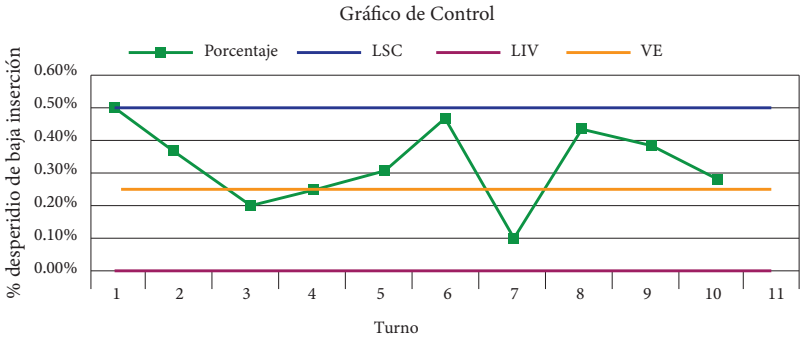


Figura 10. Carta de control para la baja inserción

CONCLUSIONES

La causa raíz del Defecto de doblez es la recepción de materia prima no conforme desde el proveedor. La aplicación del sistema de control para la detección del doblez causa una mejora de 3.89%. La implementación de dicho sistema tendría un costo de DOP $315,111.00, con un periodo de recuperación de 1 meses y 21 días.

El tiempo de espera en el secado no estandarizado es la causa raíz del Defecto de baja inserción; siendo el tiempo óptimo de secado en la unión del tubo y el conector de 2.5 segundos. La aplicación de un sistema estandarizado de secado causaría una mejora de 1.17% y tendría un costo de implementación de DOP $261,066.00, con un periodo de recuperación de 2 meses y 28 días.

BIBLIOGRAFÍA

Ato, M., López, J. J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología,* 29 (3), 1038-1059.

Bolla, B., Buxani, Y., Wong, R., Jones, L., & Dube, M. (2020). Understanding IV antimicrobial drug losses: the importance of flushing infusion administration sets. JAC-*Antimicrobial Resistance,* 2 (3), 1-5.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación.* Caracas: McGrawHill.

Ruetti, E., y Cuenya, L. (2010). Controversias epistemológicas y metodológicas entre el paradigma cualitativo y cuantitativo en psicología. *Revista Colombiana de Psicología.* 13 (2), 271-277.

Salgado Lévano, A. C. (2007). *Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos.* Liberabit (13), 71-78.

DISEÑO DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL, BASADO EN LAS NORMAS OHSAS18001-2007, ADAPTADO A UN CENTRO DE ALMACENAJE

Natividad Guillén[1]
Luiseivelis Rodríguez[1]
Norma Carmona[1]
Katherine Báez[2]

RESUMEN

Este estudio presenta un acercamiento a una empresa perteneciente al sector logístico como caso de estudio y, partiendo de la importancia de la seguridad y salud ocupacional y de la obligatoriedad del cumplimiento de la normativa local, intenta proporcionar lineamientos que aseguren un entorno seguro para los colaboradores de la empresa en cuestión. La investigación se aborda desde un enfoque mixto, haciendo uso del análisis cualitativo para evaluar las condiciones de la localidad, así como del análisis cuantitativo para valorar el nivel de cumplimiento de las normativas vinculadas. Como resultado, se diseñó un plan de gestión de seguridad y salud ocupacional basado en la norma OHSAS 18001-2007 adaptado a la entidad para mejorar sus prácticas de seguridad y salud ocupacional y, a la vez, cerrar las brechas existentes respecto a las normativas de referencia. Adicionalmente, se incluye una evaluación económica para la implementación y sostenibilidad de la propuesta.

Palabras clave: Accidente Laboral; Evaluación de Riesgo; Plan de Seguridad; Norma Ohsas 18001-2007; Salud Ocupacional.

1 Sustentante, Estudiante de término de Ingeniería Industrial, IEESL.

2 Asesora, Coordinadora de Ingeniería Industrial, IEESL.

INTRODUCCIÓN

La seguridad y salud ocupacional constituyen un aspecto relevante para cualquier organización. Tal como lo establece la Declaración Universal de los Derechos Humanos (ONU, 1948), salvaguardar las vidas de los seres humanos debe ser protegido por ley, además de la importancia para el propio colaborador de mantener una calidad de vida adecuada que redundará en beneficios tanto para sí mismo como para el aparato productivo al cual está directamente vinculado (Bermeo, G., y Ganchozo, M., 2017). Alineado a este aspecto, se han desarrollado diversas normativas de aplicación nacional e internacional orientadas a salvaguardar las vidas de las personas y, al mismo tiempo, los equipos e insumos de las organizaciones.

En la República Dominicana, es el Ministerio de Trabajo la institución oficial que se encarga de velar por la seguridad en las organizaciones, tanto privadas como públicas, y se vale del reglamento 522-06 (Secretaría de Estado de Trabajo, 2006) para tales fines. Otras reglamentaciones internacionales que se tienen en cuenta en la industria nacional son las normas OHSAS 18001 e ISO 45001. Con ellas se busca dar cumplimiento a aspectos normativos y regulatorios locales e internacionales.

En el caso que nos ocupa, la organización bajo estudio está ubicada en Punta Caucedo, a 25 kilómetros de la ciudad capital, Santo Domingo, en República Dominicana. Forma parte de un proyecto nacional que busca posicionarse como centro logístico del Caribe. Está conformado por un puerto y un parque logístico. Dentro del parque logístico se encuentran establecidas cuatro naves, de las cuales, tres son rentadas a diferentes empresas y una de ellas (Nave 4), se encuentra bajo la administración del Puerto Multimodal Caucedo.

La Nave 4 cuenta con 52 empleados, quienes laboran en un único turno de 8 horas. En esta nave se realizan procesos de etiquetado de botellas, trasiego , recepción de paletas de botellas vacías y despacho de productos. Los productos que procesan se reciben en contenedores procedentes de diferentes países, para luego ser enviados a su destino (nacional o regional).

A pesar de que el área del puerto del centro logístico ha implementado la norma OHSAS 18001-2007, la Nave 4 no posee ningún tipo de procedimiento establecido vinculado a la seguridad ocupacional. De esta carencia se derivan situaciones de incumplimiento con las normas (ej.: ausencia de filtros para la disminución del monóxido de carbono),

exposición del personal a situaciones inseguras (ej.: riesgos de caída, vías de tránsito no definidas), así como la ausencia de una cultura de seguridad entre los empleados.

Por lo anteriormente descrito, el objetivo general de esta investigación ha sido diseñar un plan de seguridad y salud ocupacional en esa nave de almacenaje de botellas, con base en la norma OHSAS 18001-2007. De forma específica, y para alcanzar el objetivo general propuesto, se intenta: a) identificar las brechas existentes entre las prácticas en la nave bajo estudio con relación al reglamento 522-06 y la norma OHSAS 14001-2007; b) cuantificar el nivel de riesgo a los cuales están expuestos los colaboradores a partir de los peligros y su probabilidad de ocurrencia, c) especificar los cambios que deben ser implementados para que la nave esté en cumplimiento con lo establecido en las normas bajo referencia; e) diseñar el presupuesto de inversión a realizar para la implementación y sostenibilidad de la propuesta.

METODOLOGÍA

El proceso de recolección y análisis de datos fue desarrollado en el período mayo - agosto 2021 y fue desarrollado en 5 etapas, a saber:

Evaluación de correspondencia de la OHSAS 18001-2007 y el reglamento 522-06

- Diagnóstico del nivel de cumplimiento de la nave respecto la norma OHSAS 18001-2007.
- Identificación de peligros y evaluación de riesgo.
- Diseño del plan de Seguridad y Salud ocupacional.
- Evaluación financiera.
- Evaluación de correspondencia de la OHSAS 18001-2007 y el reglamento 522-06.

Se realizó una evaluación de los requisitos señalados del reglamento 522-06 y los requisitos de la norma OHSAS 18001-2007, con lo cual se validó que a partir del cumplimento de la norma internacional se da respuesta a cada uno de los elementos contemplados en el reglamento 522-06 con vigencia en el Estado Dominicano.

RESULTADOS

Diagnóstico del nivel de cumplimiento de la nave respecto la norma OHSAS 18001-2007.

Se realizó una lista de cotejo para verificar el cumplimiento de la nave y el nivel de cumplimiento de los requisitos exigidos sobre el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional. La lista estuvo conformada por 17 dimensiones, las cuales se subdividieron, generando 100 aspectos a observar.

En la tabla 1 se visualizan los resultados obtenidos en cada dimensión, donde quedan evidenciados altos niveles de incumplimiento en cada una de las dimensiones señaladas, además de la ausencia de una estructura física y procedimental que apoye los proceso de gestión de seguridad dentro de las instalaciones.

Por otro lado, algunos aspectos positivos observados lo constituyen la presencia de señalizaciones orientadas a advertir sobre el uso de equipos e proteccion personal (EPP). Adicionalmente, se pudo constatar que la población entrevistada tiene conocimiento elemental sobre prevención de riesgo.

Como parte de este proceso de diagnóstico, se procedió a evaluar los niveles de capacitación y reacción ante un riesgo de parte de los colaboradores, para posteriormente contrastar con los demás métodos de recolección de datos. Para esto se aplicó un cuestionario a la totalidad del personal conformado por 10 preguntas mixtas, entre ellas 9 de tipo dicotómica y dos preguntas politómicas, con tres o cuatro opciones de respuesta.

Tabla 1. Dimensiones lista de cotejo

No.	Dimensión	Situación actual	Cumplimiento	Comentario
1	Requisitos Generales	La empresa posee un sistema de seguridad, pero la nave solo cuenta con un coordinador de seguridad.	0.0%	Adaptación a la nave.
2	Políticas	Solo existen las políticas de la empresa en general.	50.0%	Adaptación a la nave.
3	Planificación			
	Identificación de peligros, evaluación y control de riesgos	No existe un procedimiento a seguir para este requisito.	50.0%	Crear procedimientos para la nave.

No.	Dimensión	Situación actual	Cumplimiento	Comentario
	Requisitos legales y otros requisitos	La nave no posee un procedimiento para identificar el cumplimiento de los requisitos.	62.5%	Adaptar procedimiento a la nave.
	Objetivos y programas	No se han definido los objetivos de seguridad y salud, y no existe un programa de seguridad y salud como tal.	33.3%	Definir objetivos y definir el programa de seguridad y salud ocupacional.
4	Implementación			
	Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad	Existe un coordinador de seguridad, pero no se han identificados los puestos de trabajo que se encargan de llevar a cabo la seguridad en la empresa.	71.4%	Adaptación del comité de seguridad a la nave.
	Competencia, formación y toma de conciencia	La nave no cuenta con procedimientos ni registro definidos para este requisito.	58.3%	Adaptar procedimiento y registro a la nave.
	Comunicación, participación y consulta	Existen medios de comunicación en la nave, pero no procedimiento a seguir.	60.0%	Adaptar procedimiento.
5	Comprobar			
	Seguimiento y medición del desempeño	La nave cuenta con procedimiento para la verificación de las enfermedades ocupacionales e incidentes peligrosos.	83.3%	Adaptar procedimiento de desempeño y registro a la nave.

No.	Dimensión	Situación actual	Cumplimiento	Comentario
	Evaluación de cumplimientos legales	La nave tiene procedimientos para medir y dar continuidad a las exigencias legales.	75.0%	Adaptar procedimiento y actualizar existente.
	Investigación de accidentes, incidentes, no conformidades y acciones correctoras y preventivas	La nave no cuenta con protocolo a seguir al momento de identificar una situación de riesgo y que esta pueda desencadenar un accidente.	57.1%	Adaptar procedimiento y registro a la nave.
	Control de registros	No existe un procedimiento para control de registro.	0.0%	Adaptar procedimiento y registro a la nave.
	Auditoría interna	No existe un procedimiento ni registro documentado para el programa de auditorías.	33.3%	Adaptar procedimiento y registro a la nave.
6	Ajustar			
	Revisión por la Dirección	No existen registro de reuniones para revisiones por la Dirección, solo existe registro de identificación de las prácticas y condiciones seguras consideradas por la Dirección General.	60.0%	Creación de registro para la revisión por parte de la Dirección.

Los datos arrojaron, como puede constatarse en la Figura 1, que el 61,54% de los empleados desconoce la existencia de políticas de seguridad y salud laboral en su empresa. Sin embargo, sí reconocen la existencia de un Comité de Seguridad y Salud laboral dentro de la nave.

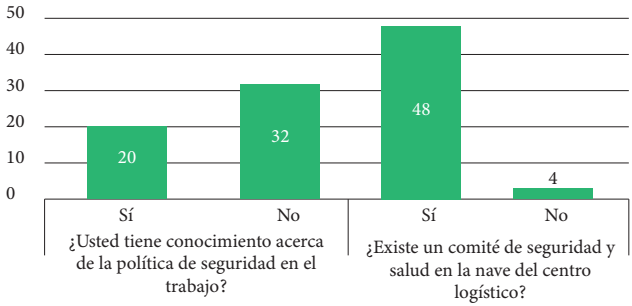


Figura 1. Porcentaje sobre los conocimientos de comités y políticas de seguridad y salud laboral

Por otro lado, la empresa exhibe altos niveles de capacitación del personal y conocimiento de cómo actuar ante un incidente/accidente laboral, además, los empleados han participado en simulacros y conocen de lugares seguros en caso de enfrentar una situación insegura, como se muestra en la Figura 2.

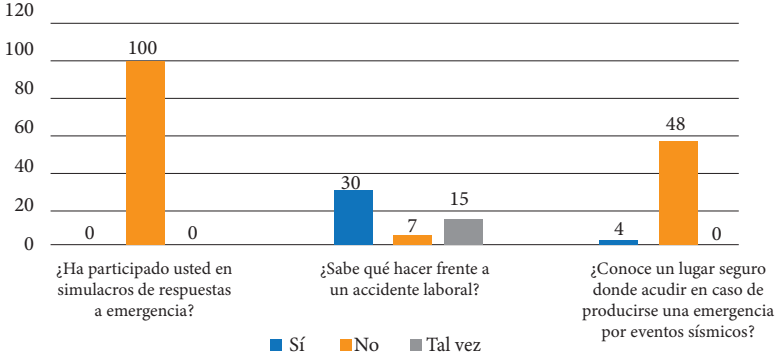


Figura 2. Nivel de respuesta ante una emergencia

Identificación de peligros y evaluación de riesgo

Para la evaluación e identificación de riesgos, de acuerdo con lo planteado en trabajos como los de Hurtado, Estacio y Fandiño (2019) y Molano y Arévalo (2013), se recurrió

en primera instancia a la identificación de los riesgos en función de los peligros por área mediante una matriz de riesgos, con el propósito de plantear controles para minimizarlos. Esto se llevó a cabo mediante un análisis de trabajos seguros a través de las inspecciones realizadas en concordancia con lo estipulado según las leyendas de la matriz de riesgos en función de la frecuencia y grado de severidad. Fueron identificados 54 riesgos, como se detalla en la Tabla 2:

Tabla 2. Resultados de evaluación de nivel de riesgo inherentes

Nivel de Riesgo	**Clasificación**	**Frecuencia**
Bajo	Aceptable	0
Moderado	Relativamente aceptable	15
Alto	Inaceptable	29
Extremo	Inaceptable	10

Diseño del Plan de Seguridad y Salud Ocupacional

Sustentado en las Normas OHSAS 18001:2007 (Occupational Health and Safety Assessment Series, 2014), habiendo consultado los trabajos de Bustamante (2013), Cercado (2012) y Betancourt y Vanegas (2003), trabajos en los que se proponen ideas y modelos para la elaboración programas de de este tipo; así como teniendo en cuenta los hallazgos reseñados, fue diseñado un Plan de Seguridad y Salud Ocupacional, para de esta manera ofrecer una herramienta que posibilite la corrección de las anomalías detectadas.

Tal como se establece en la norma OHSAS 18001-2007, la elaboración de un Plan de Seguridad e Higiene Laboral como este tiene como propósito garantizar en todo momento la protección de la instalación, las personas y los bienes que en ella se encuentran. Partiendo de este supuesto, el plan fue estructurado en cuatro etapas según muestra la Tabla 3.

Tabla 3. Etapas del Plan de Seguridad y Salud Ocupacional según OHSAS 18001-02007

Etapas	Procesos
1. Planificar	• Políticas de seguridad • Evaluación de riesgos • Identificación de requisitos legales • Objetivos del plan de seguridad
2. Implementar	• Responsabilidades y funciones • Control de documentación y comunicación • Equipo de protección personal
	• Visitantes, contratistas y proveedores • Limpieza en el trabajo
3. Comprobar	• Medición y seguimiento del desempeño • Investigación de conformidades, acciones correctivas y prevención • Control de registros • Auditoría interna
4. Ajustar	• Revisión por la dirección • Programa anual de seguridad y salud ocupacional

Se incluyeron, además, los procedimientos, programas y plantillas requeridos, de acuerdo con los análisis realizados sobre el objeto de estudio.

Evaluación financiera

Luego de la creación del plan de seguridad, se procedió a realizar la evaluación financiera, en la cual fueron incluidas la variación de gastos relacionados al plan de seguridad que permitan su correcta implementación (EPP, señalización, capacitaciones, respuesta ante emergencia y otros), el cual ascendió a US$10,787.373.00

Del mismo modo, se evaluó el mantenimiento de la propuesta en el tiempo (mantenimiento de extintores, recarga de botiquín, remplazo de iluminarias y señalizaciones y otros). El monto calculado anual se corresponde con US$5,245.92 .

CONCLUSIONES

A partir de los resultados encontrados, se determinó que las principales causas por las cuales la nave no cuenta con un sistema de seguridad son:

- Baja disposición gerencial para cumplir en esta área con las medidas de seguridad.
- Poco capital económico para la inversión en un plan de seguridad y salud que permitan mitigar los riesgos presentes.

Los principales riesgos y peligros a los cuales está expuesto el personal son: riesgo de caídas o choques con chanclas de montacargas, tropiezo, incendios, dolores y lesiones en la articulación radiocarpiana, así como otros daños físicos y psicológicos.

En el mismo orden, a través de la aplicación del plan de seguridad y salud ocupacional propuesto, la implementación de los controles sugeridos en la matriz de riesgos, las señalizaciones de seguridad, uso de equipos de protección personal adecuados y asignación de un auxiliar de mantenimientos de seguridad se conseguirá indefectiblemente que los porcentajes de cumplimiento de cada elemento contemplado en la norma OHSAS 18001-2007 se incremente al 100%.

Finalmente, es resaltable el hecho de que el presupuesto de inversión a realizar para la implementación del plan sugerido es de US$10,787.373.00 y para la sostenibilidad en el tiempo de la propuesta se necesitará un presupuesto de US$5,245.92 anual.

BIBLIOGRAFÍA

Bermeo, G., & Ganchozo, M. (2017). *Incidencia de los factores de riesgo físicos en la seguridad y salud ocupacional del camal municipal cantón Junín*. Repositorio Digital SPAMMFL, 104.

Betancourt, F., & Vanegas, C. (2003). *Modelo para la elaboración del programa de salud ocupacional.* Sur America: SURATEP.

Bustamante, F. (2013). *Sistema de gestión en seguridad basado en la norma OHSAS 18001 para la empresa constructora eléctrica IELCO.* (Trabajo de Maestría). Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador.

Cercado, M. (2012). *Propuesta de un Plan de Seguridad y Salud Ocupacional Para Administrar loa Peligros y Riesgo de la Empresa San Antonio Basado en Norma OHSAS 18001.* (Trabajo de Grado). Universidad Privada del Norte. Perú.

Hurtado, M., Estacio, J., & Fandiño, P. (2019). *Análisis de riesgos según la metodología FMEA, basado en el sistema gestión de calidad.* Ingeniería Industrial, p. 1-15.

International Organization for Standardization. (2018). *Occupational health and safety management systems - Requirements with guidance for use* (1st. ed.). Ginebra: ISO.

Occupational Health and Safety Assessment Series (2014). *Manual práctico para la implatación del estándar OHSAS 18001: 2007.* Madrid: FREMAP.

Organización de las Naciones Unidas (1948) *Declaración Universal de Derechos Humanos.* Resolución 217 A(III) de la Asamblea General. Nueva York, Autor.

Molano, J., & Arévalo, N. (ene-mar de 2013). *De la salud ocupacional a la gestión de la seguridad y salud en el trabajo: más que semántica, una transformación del sistema general de riesgos laborales.* INNOVAR, 23(48), 21-31.

Moreno, B. (2011). *Factores y riesgos laborales psicosociales: conceptualización, historia y cambios actuales. Medicina y Seguridad del trabajo,* 1(57), 4-19.

Secretaría de Estado de Trabajo. (2006). *Reglamento de seguridad y salud en el trabajo.* Santo Domingo.

SISTEMA DE MEDICIÓN Y VISUALIZACIÓN DE VARIABLES EDAFOCLIMÁTICAS EN INVERNADERO UTILIZANDO UN SERVIDOR DE DATOS LOCAL

José Montero[1]
Eric Pérez[1]
Darqui Arias[1]
Claudia Díaz[2]

RESUMEN

Tomando en cuenta las limitantes de cobertura de telecomunicaciones, tanto fijas como móviles en zonas rurales donde predominan la vocación de cultivo, esta investigación presenta una solución de red de sensores con servidor de visualizador gráfico local que permite el monitoreo de las variables edafoclimáticas con el fin de optimizar la producción. El diseño fue realizado utilizando módulos de sensores conectados vía wifi a una tarjeta de desarrollo Rasberry pi 4. Estos módulos fueron desarrollados con tarjetas Arduino EPS32 para obtener las medidas de 5 variables en un invernadero, 2 variables del sustrato: humedad y temperatura y 3 en el ambiente dentro del invernadero: temperatura, humedad y luminosidad. El control del sistema se realizó a través de la aplicación Node-Red instalada en el Rasberry pi. En esta aplicación se configuró la sincronización de las medidas de los sensores, la gestión del almacenaje en una basa de datos y la visualización vía web del histórico de las medidas. Se obtuvo como resultado un sistema que permite monitorear 5 variables en un invernadero con una frecuencia de 1 hora en un servidor local y sin necesidad de conexión a internet.

Palabras clave: Arduino, Rasberry Pi, Internet de las Cosas (IoT), Node Red, Agricultura de Precisión.

1 Estudiante de término de Ingeniería de Redes y Telecomunicaciones.

2 Coordinador de Ingeniería en Redes y Telecomunicaciones.

INTRODUCCIÓN

El primer reto de la agricultura de precisión (AP) es lograr la integridad de los datos recolectados, así como la debida sincronización de estos cuando se trabajan con diferentes variables. Esto es esencial para lograr su almacenaje, procesamiento y visualización con el fin de tomar las decisiones correctas para optimizar los recursos de la producción.

El desarrollo de la AP en conjunto con dispositivos de Internet de las Cosas (IoT) ha tenido un desarrollo vertiginoso dadas sus evidentes ventajas en la rentabilidad de la producción. En el mercado existen varias soluciones para monitorear las variables en los cultivos, pero en su mayoría, el almacenamiento y procesamiento se encuentra en la nube, lo que implica una dependencia de una conexión a internet (Huang, 2020).

Las zonas de República Dominicana con vocación de cultivo tienen limitantes de cobertura de internet fijo e inalámbrico. Esta falta de conectividad ha retrasado el uso de las Tics y dificulta la implementación de tecnologías de AP (CLARO, 2021).

Esta investigación tuvo como objetivo general diseñar un sistema para medir, almacenar y visualizar los datos de variables en un invernadero de manera local. Los objetivos específicos fueron: a) construir un módulo de sensores para medir las variables de sustrato (humedad, temperatura) y ambiental (luz, humedad, temperatura) en invernadero utilizando Arduinos EPS32; b) configurar la conexión wifi con protocolo MQTT entre los módulos de sensores y Rasberry pi; c) configurar la aplicación Node-Red para recibir y almacenar los datos en MariadB; y d) configurar Node-Red para graficar los datos recibidos en un visualizador web.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se realizó en la Finca Experimental "André Vloebergh" del Instituto Politécnico Loyola, en San Cristóbal, República Dominicana, a los 18º25' latitud Norte y 70º 07' longitud Oeste, a una altitud de 43m sobre el nivel del mar. Se tomó como referencia el invernadero tipo cúpula de 500mt^2 con 6 camas con cultivos por temporadas de tomate y ají.

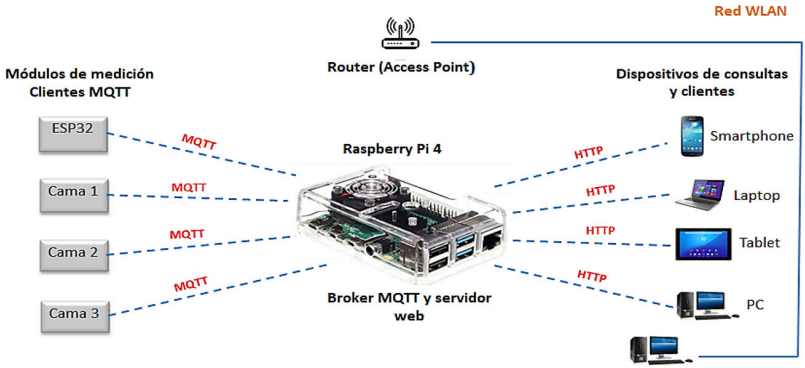
Los módulos de sensores se construyeron utilizando como base los Arduinos EPS32 TTGO con diferentes configuraciones de sensores. En el módulo de variables

ambientales se usaron los sensores DTH11 para medir temperatura y humedad relativa del ambiente y BH1750 para medir luminosidad; mientras que en los módulos de variables de sustrato se utilizaron los sensores SKU para medir la humedad relativa del suelo y DS18B20 para medir la temperatura relativa del suelo.

Fueron construidos 3 módulos de variables de sustrato y se coloraron intercalados en 3 de las 6 camas del invernadero y a la misma altura. Un módulo de sensores ambientales se instaló a la altura de 2 metros en uno de los postes del invernadero. Todos los módulos utilizaron baterías recargables con una independencia de 10 días tomando medidas cada hora por 5 días.

Se diseñó una red local wifi para la conexión de los 4 módulos con la placa de desarrollo Rasberry Pi utilizando el protocolo MQTT. Los equipos de consulta se conectaron vía wifi a la Rasberry Pi utilizando protocolo http (Figura 1).

Figura 1. Diagrama sistema



La aplicación Node-Red permite la programación de múltiples conexiones de sensores, actuadores al mismo tiempo, también se pueden crear visualizadores gráficos para las variables monitoreadas (OpenJS. 2021). El Node-Red se configuró como sistema de control para recibir los datos de los sensores y gestionar la base de datos mariaDB y la página web de visualización de datos de las variables medidas (Figura 2).

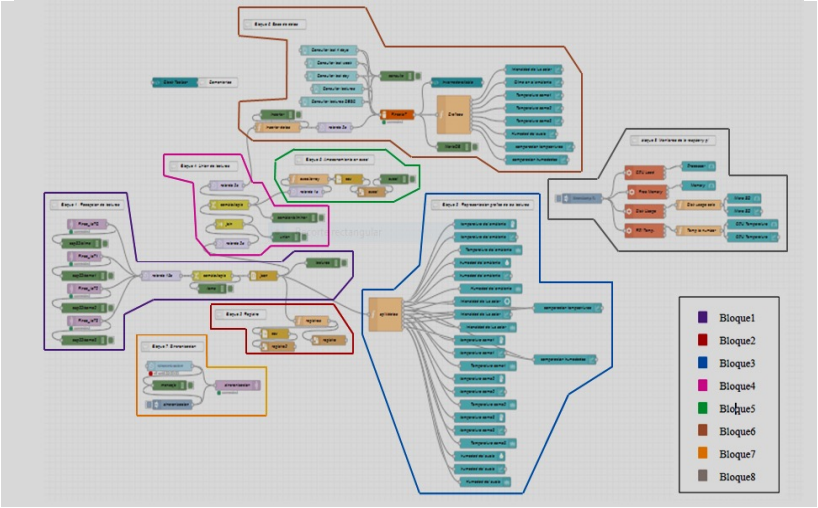


Figura 2. Bloques Node-Red

El proyecto se dividió en bloques en el Node Red para facilitar y garantizar el flujo de los datos dentro del sistema como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Bloques del sistema en NodeRed

Bloque	**Función**
Bloque 1	Recolección de datos
Bloque 2	Registro
Bloque 3	Representación gráfica de las lecturas
Bloque 4	Unión de lecturas
Bloque 5	Almacenamiento en Excel
Bloque 6	Base de datos
Bloque 7	Sincronización
Bloque 8	Monitoreo del Raspberry Pi

RESULTADOS

Las medidas obtenidas del sistema fueron consultadas accediendo a la página web del servidor local en la Rasberry pi a través de la dirección IP 192.168.1.33, estas medidas pudieron ser visualizadas en formato de tablas o descargadas en formato de archivo de Excel. Los accesos al sistema fueron realizados por usuarios a los que se les podía colocar restricciones.

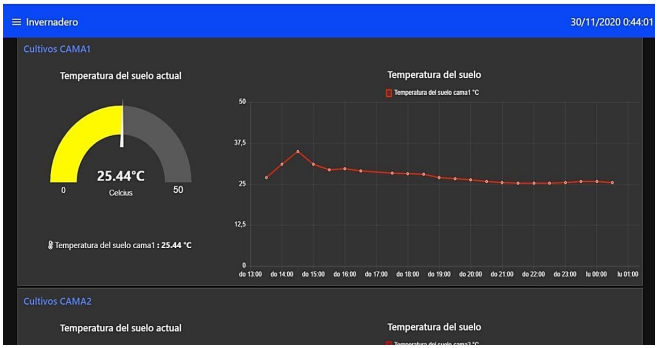


Figura 3. Visor web de variables

La página web tiene tres pestañas: a) Invernadero, con las gráficas de los históricos de las mediciones y el registro de la última medida; b) Rasberry Pi, con las estadísticas de comportamiento de la memoria y del procesador de la Rasberry Pi, lo que sirvió de consulta para verificar el correcto funcionamiento; y c) Base de Datos, con acceso al histórico de los datos.

El sistema también permitió visualizar variables en un mismo gráfico para realizar comparaciones o validaciones de estas. En la Figura 4, se presenta la comparación de la temperatura ambiental y del sustrato donde se tomaron las muestras.

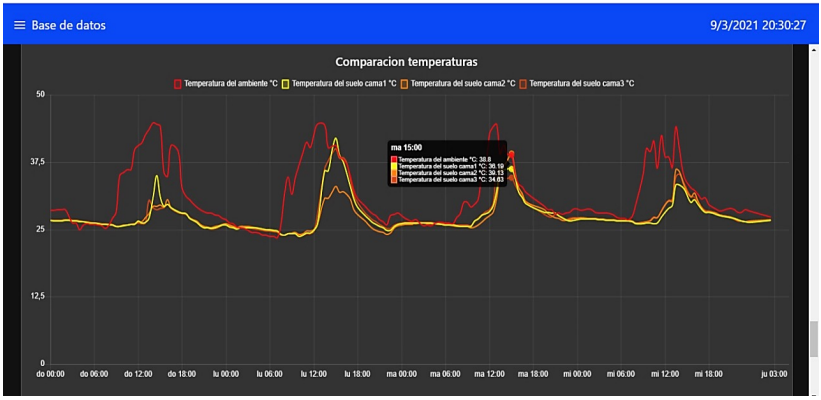


Figura 4. Comparación de variables

CONCLUSIONES

Los módulos diseñados para mediar las variables ambientales y del sustrato utilizando Arduino EPS32 funcionaron de manera favorable, recolectando las variables edafoclimáticas. Para optimizar el uso de la batería se configuró la función de Deep sleep del arduino y se utilizaron transistores para encender los sensores solo cuando fuera necesario, esto permitió un ahorro de un 90% del consumo energético de los módulos.

La configuración de conexión de wifi utilizando MQTT mostró ser la más eficiente y útil para este tipo de sistemas que transmiten pequeños datos, para esto fue necesario configurar el bróker Mosquito en el Rasberry pi. La aplicación Nodo-Red tiene gran variedad de módulos que facilitaron la programación e integración del sistema de manera eficiente, permitiendo gestionar y configurar según la necesidad del proyecto.

El visualizador web permitió tener acceso a los datos históricos en formato de gráficas unitarias o combinadas, lo que facilita el diagnóstico de la situación del cultivo. El sistema permitió el acceso desde cualquier dispositivo móvil conectado a la red local del proyecto.

Con este proyecto se presenta una solución a una problemática latente en muchas zonas donde la cobertura de telecomunicaciones es limitada, permitiendo a los

administradores de los cultivos tener un registro e histórico de las variables en formato digital, permitiendo tomar decisiones basadas en la situación real de las plantaciones sin depender de una conexión a internet.

BIBLIOGRAFÍA

Claro. 2021. Mapa de cobertura Claro. Disponible en: http://aplicaciones.claro.com.do/cobertura/Mapa. Consultado 1 de septiembre 2021.

Huang, K. 2020. "Photovoltaic Agricultural Internet of Things Towards Realizing the Next Generation of Smart Farming," IEEE *Access,* vol. 8, pp. 76300-76312.

OpenJS. 2021. Low-Code Programming for event-driven application. OpenJS Foundation. Disponible en https://cookbook.nodered.org/ Consultado el 1 septiembre 2021.

SISTEMA DE SENSORES INALÁMBRICOS CON TECNOLOGÍA DE RADIOFRECUENCIA PARA MEDICIONES DE HUMEDAD DE UN CULTIVO DE MAÍZ EN LA FINCA EXPERIMENTAL "ANDRÉ VLOEBERGH"

Samuel Peñaló[1]
Zoraimy Valdez[1]
Rayder Ramírez[1]
Claudia Díaz[2]

RESUMEN

Con el fin de digitalizar el registro de las medidas de humedad del suelo en uno de los campos abiertos de cultivo de maíz en la Finca Experimental "André Vloebergh", en San Cristóbal, República Dominicana, se realizó un estudio durante el mes de agosto del año 2020 con sensores inalámbricos conectados utilizando radiofrecuencia en la banda de 433Mhz. Se utilizó un diseño de arquitectura de red inalámbrica de sensores tipo estrella conectados a un Gateway encargado de gestionar los datos recibidos y publicarlos en un portal web. Los principales resultados obtenidos indican que: a) los sensores registraron valores que se corresponden con los indicadores reales del terreno, b) los datos de las medidas pudieron ser consultados de manera gráfica y tabulados en un portal web, y c) la calidad de señal de los sensores se redujo mientras el cultivo crecía hasta perder la señal por completo debido a la falta de línea de vista.

Palabras clave: Sensores, Radiofrecuencia, Agronomía de Precisión

1 Estudiantes de término Ingeniería de Redes y Telecomunicaciones.

2 Coordinadora de Ingeniería en Redes y Telecomunicaciones.

INTRODUCCIÓN

La Finca Experimental "André Vloebergh", del Instituto Politécnico Loyola, en San Cristóbal, República Dominicana, posee campos de cultivos destinados a la siembra de maíz, un cultivo de ciclo corto que requiere patrones de riego controlados para garantizar la calidad de la producción.

Uno de los problemas que enfrentan en el riego del campo de maíz es la poca información digitalizada y registrada que se tiene de los parámetros de riego. La variable más importante para la toma de decisiones es la humedad del suelo, sin una información confiable se reduce considerablemente la eficiencia en la toma de decisiones para regar el terreno con la debida frecuencia. Esto se acentúa con la falta de un registro de medidas que permita obtener tendencias de las variables medidas y la estimación de uso de recursos (Resende & Coelho, 2014).

El uso de un sistema de sensores inalámbricos con tecnología de radiofrecuencia podría ser una alternativa para solucionar este problema, ya que estos, además de ser muy económicos, con un bajo consumo eléctrico, también poseen opciones de guardar un registro de los datos en un portal web de manera automática y con frecuencias de medición variables (Fernández, s.f.).

En ese sentido, el objetivo principal de la investigación fue estudiar el comportamiento de un sistema de sensores inalámbricos con tecnología de radiofrecuencias para las mediciones de humedad del terreno de un cultivo de maíz en la Finca Experimental "André Vloebergh", en San Cristóbal, República Dominicana.

Como objetivos específicos fueron planteados: a) Configurar e instalar la red de sensores de radiofrecuencias en el terreno de cultivo de maíz; b) Recolectar en una plataforma web las medidas con los sensores en los cultivos; y c) Analizar y comprobar la exactitud de las variables obtenidas.

METODOLOGÍA

El experimento fue realizado en la Finca Experimental "André Vloebergh" del Instituto Politécnico Loyola, en San Cristóbal, República Dominicana, a los 18º 25' latitud Norte y 70º 07' longitud Oeste, a una altitud de 43m sobre el nivel del mar, en el área de cultivo de maíz.

Para el diseño del sistema se seleccionaron sensores capacitivos con frecuencia libre en el espectro radioeléctrico para este tipo de aplicaciones en la banda de 433Mhz, cada sensor tiene un ancho de banda de 35Khz, identificado con un ID único para evitar interferencias.

El terreno utilizado para realizar el experimento fue un área aproximada de 300m^2, con un proceso de germinación de maíz de aproximadamente 2 semanas. Para recolectar las muestras de humedad se utilizaron 3 sensores de humedad del suelo dispuestos de manera diagonal en el terreno con distancias aproximada de 50m cada uno, con el objetivo de tomar un muestreo de toda el área de cultivo. Se configuró el sistema para tomar medidas cada 4 horas (Figura 1).

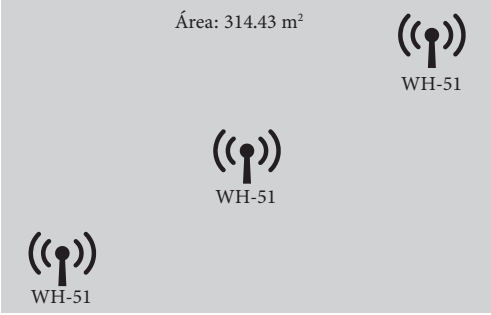


Figura 1. Distribución de los sensores en el terreno

La arquitectura utilizada para la conexión de la red de sensores fue estrella. Cada sensor se conectó a un equipo intermedio Gateway que recibió los datos, los procesó y los envió a una plataforma web (Ecowitt, 2020) donde fueron almacenados y presentados mediante un visualizador gráfico y tablas. A esta página web se puede acceder desde cualquier dispositivo conectado a internet y con las credenciales correspondientes (Figura 2).

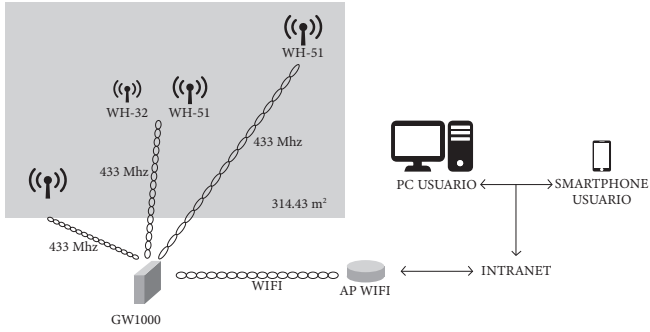


Figura 2. Arquitectura de red de sensores

El experimento tuvo una duración de 18 días en los que fueron colectados los datos enviados de los sensores y fueron registradas cada una de las actividades de riego del cultivo y de las incidencias ambientales con el objetivo de tener el control de los eventos que pudieran influir en la variación de las medidas de humedad. La Tabla 1 presenta los eventos más importantes durante el tiempo del experimento.

Tabla 1. Eventos registrados en periodo de pruebas

Evento	Fecha	Fenómeno	Precipitación (mm)	Comentario
A	10/08/2020	Hubo riego en la finca y luego una leve llovizna.	7.1	Esto provocó que la humedad del suelo tuviera un pico de **S1:** 58% **S2:** 73% **S3:** 37% .
B	11/08/2020	No hubo lluvias ni riego.	*	Esto provocó el decrecimiento de los niveles de humedad del suelo.
C	12/08/2020	No hubo lluvias ni riego.	*	Esto provocó el decrecimiento de los niveles de humedad del suelo.

Evento	Fecha	Fenómeno	Precipitación (mm)	Comentario
D	13/08/2020	No hubo lluvias ni riego.	*	Esto provocó el decrecimiento de los niveles de humedad del suelo.
E	14/08/2020	Se registraron lluvias.	28.7	Esto provocó que la humedad del suelo tuviera un pico de S1: 77% S2: 84% S3: 68% y al pasar de las horas comenzó su decrecimiento luego de que se iba secando la tierra.
F	15/08/2020	Se registraron lluvias.	4.6	Luego de registrar un decrecimiento en S1: 67% S2: 62% y S3: 55%, la humedad del suelo tuvo un pico cuando comenzó a llover de S1: 74% S2: 85% S3: 68%.
G	16/08/2020	No hubo lluvias.	*	Esto provocó el decrecimiento de los niveles de humedad del suelo en S1: 61% S2: 59% S3: 52%.
H	17/08/2020	No hubo lluvias ni riego.	*	Esto provocó el decrecimiento de los niveles de humedad del suelo en S1: 53% S2: 53% S3: 51%.

Evento	Fecha	Fenómeno	Precipitación (mm)	Comentario
I	18/08/2020	No hubo lluvias ni riego.	*	Esto provocó el decrecimiento de los niveles de humedad del suelo en S1: 49% S2: 51% S3: 48%
J	21/08/2020	Se registraron lluvias.	16.9	Luego de registrar un decrecimiento en S1: 47% S2: 47% S3: 40%, la humedad del suelo tuvo un pico cuando comenzó a llover en S1: 73% S2: 77% S3: 59%.

RESULTADOS

La Figura 3 presenta los valores recolectados por los sensores durante 18 días de mediciones con frecuencia de 4 horas. Los valores registrados por los sensores son muy parecidos, lo que indica que el comportamiento de la humedad del terreno es uniforme, el promedio de las mediciones se muestra con las líneas punteadas.

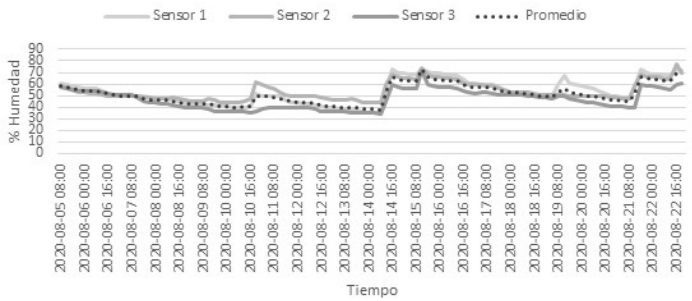


Figura 3. Registro de medidas de la humedad del suelo

Para verificar los resultados obtenidos de las mediciones se realizó un cruce de información con la columna 1 de la Tabla 1, de los eventos climáticos y de riego del terreno en las fechas de las mediciones. La Figura 4 muestra las correspondencias de los eventos con los datos obtenidos de los sensores, confirmando el correcto registro de la variación de humedad del terreno en la base de datos durante los primeros 20 días de toma de muestras.

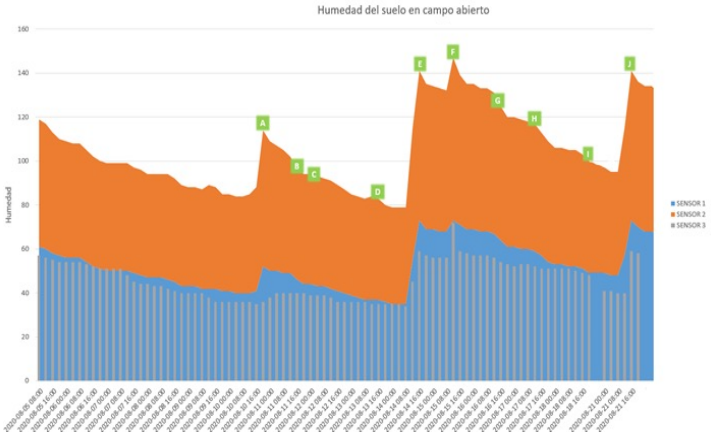


Figura 4. Correspondencia de eventos climáticos y de riego

CONCLUSIONES

La arquitectura de red seleccionada para realizar las mediciones fue estrella, siendo esta la más adecuada para este tipo de aplicaciones ya que permite independencia de cada dispositivo en caso de que uno de los sensores deje de funcionar, pero debe tomarse en cuenta que el Gateway es el único punto de conexión de los sensores con la base de datos, lo que implica que se debe tener un correcto mantenimiento y piezas de repuestos en caso de que salga de funcionamiento.

Los datos de los sensores fueron publicados en un servidor web Ecowitt, con histórico y visualizador gráfico que permite consultarse desde cualquier dispositivo y descargar en formato Excel las medidas históricas.

Los datos recolectados fueron contrastados con el registro de eventos climáticos y de riego, confirmando que dichos datos correspondían y pueden ser utilizados para análisis futuros y toma de decisiones durante los primeros 20 días de medidas, pero luego que las plantas crecieron, se obstruyó la línea de vista requerida para tener un buen nivel de señal con tecnología RF, con lo que se concluyó que este tipo de sistema es ideal para plantas pequeñas o en la fase inicial de germinación.

BIBLIOGRAFÍA

Ecowitt. 2020. Ecowitt Weather. Extraído el 1 de agosto 2020 desde https://www.ecowitt.net/

Fernández, M. (s.f). *Wireless Sensor Network.* (U. C. Departamento de Ingeniería Informática Campus de Jerez, Ed.) Cádiz, España. Obtenido de http://www.mfbarcell.es/conferencias/wsn.pdf

Huidobro, J. & Ordoñez, J. (2014). *Comunicaciones por Radio. Tecnologías, redes y servicios de radiocomunicaciones.* Editorial RA-MA - Madrid, España (p.409-412).

IPL. (2019). *Finca experimental profesor 'Andrés Vloeberg'*. Extraído el 25 de Diciembre de 2019 desde http://ipl.edu.do/servicios/finca-experimental

Resende, A. Coelho,A. (2014). *Manual de agricultura de precisión. PROCISUR, 47.* Extraído el 20 de Diciembre de 2019 desde http://www.gisandbeers.com/RRSS/Publicaciones/Manual-Agricultura-Precision.pdf

MATRICES GERENCIALES COMO FUNDAMENTO DE LA AUTONOMÍA, SUSTENTABILIDAD Y CONSERVACIÓN, EN UNA COMUNIDAD EJIDAL

Rubén Emmanuel Méndez Hernández[1]
Flor Nallely Rodríguez Alfaro[2]

RESUMEN

La investigación realizada en el poblado de San Martín Cuautlalpan, Municipio de Chalco de Díaz Covarrubias, ha demostrado que en esta zona agrícola considerada como semiurbana, se presenta la pérdida de usos y costumbres, así como la repercusión en el ecosistema y medio ambiente de la inminente modernidad líquida en la que nos desenvolvemos, sin que en ello se valore la riqueza de lo rural, en cuanto a sus recursos naturales, valores morales y costumbres ceremoniales, que representan el respeto por el lugar sagrado en que vivimos.

Por ello, el objetivo ha sido proponer una alternativa en la detección de necesidades de capacitación, desde la perspectiva de la administración estratégica, a través de un análisis crítico y cooperativo con el consenso de la comunidad ejidal, que pueda ser integrado en el sistema ejidal de este poblado y que contemple como eje principal la visión de rescate y conservación, con el propósito de desarrollar proyectos agroecológicos, considerando valores de recuperación y conservación del ecosistema.

Se trata de una investigación acción participativa (IAP), de corte cualitativo; aportando datos desde matrices gerenciales que únicamente plantearon la base para su análisis interpretativo y comprensión del discurso, habiendo aplicado entrevistas a

1 Coordinador Académico en Tecnológico Universitario de Valle de Chalco

2 Docente en Tecnológico Universitario de Valle de Chalco

profundidad y trabajo con grupos focales en el consenso de información, generando códigos y redes de conceptuales mediante el software de Atlas ti 8.

Los resultados en la detección de necesidades de capacitación continua, demostraron que en los proyectos activos del ejido: parque ecoturístico, aserradero y alternativas del monte; las capacitaciones implementadas hasta el momento no han considerado el contexto del núcleo agrario desde su cultura e ideología, factor que impacta en el éxito o fracaso de las capacitaciones, así como las necesidades específicas de la comunidad, por lo que se logró detectar en cada proyecto, con la alternativa propuesta desde el análisis colectivo y crítico, sin la imposición de programas institucionales o privados, lo que generó aceptación y compromiso para asumirlas y darles seguimiento.

Keywords: Alternative Development, Agricultural Training, Resource Conservation, Strategic Management.

Palabras Clave: Desarrollo Alternativo, Capacitación Agrícola, Conservación de Recursos, Administración Estratégica.

INTRODUCCIÓN

En el transcurso de la última década, el poblado de San Martín Cuautlalpan ha tenido una pérdida de parcelas productivas de forma acelerada, teniendo ahora un uso no agrícola de diversos giros, como el erróneamente denominado ecoturismo, o en su caso habiendo sido vendidas a compañías constructoras (y que en su lugar se observan hoy, unidades habitacionales).

Finalmente, han quedado con parcelas ubicadas en zonas no favorables en su acceso y poco a poco en el abandono. Otro aspecto de las parcelas aún productivas radica en el uso de transgénicos principalmente en el maíz, producto principal que se cosecha, siendo el trigo y la cebada producción de la localidad en vías de extinción. Aunado a la pérdida de parcelas productivas, podemos asegurar que este poblado está experimentando la deforestación de su monte que abarca 4,112 hectáreas, así como de su ambiente rural, llegando al supuesto que Rifkin (1980) mencionaba, “Las pérdidas económicas serán enormes, pero las perdidas ecológicas y estéticas resultarán verdaderamente incalculables”. Así en San Martín, prevalecen los paisajes de cañadas y barrancas secas, un desmonte visiblemente extendido y la desaparición de su flora y fauna a cambio del paisaje grisáceo que prevalece en las unidades habitaciones.

Las actividades no agrícolas a las que ahora se dedican los ejidatarios, les proveen trabajos principalmente en los nuevos negocios de las franquicias que han se han establecido alrededor de las unidades habitacionales, los cuales se consideran subempleos de bajo ingreso y que los ha llevado a subsistir ante la inminente inmersión a la nueva vida que los succiona a formas urbanas que las unidades habitacionales llegan a imponer ante la expiración del ambiente rural, dando cabida a las afirmaciones de Torres quien menciona:

"Se trata así de analizar las nuevas transformaciones campo-ciudad, vistas desde la gran urbe, tomando en cuenta que la megalópolis absorbe distintos territorios y culturas a su alrededor en una suerte de rapacidad constructora, que tiene en su base la destrucción ambiental territorial" (2011)

Fundamentando así, el objetivo de este trabajo, que es el realizar un reconocimiento de forma conjunta con los ejidatarios de la situación devastadora en la que se encuentra su territorio ejidal, desde una conciencia crítica de sus integrantes que permita la generación de alternativas en recuperación y conservación del ecosistema, entrelazado con sus usos, costumbres y saberes agrícolas, logrando una comunión con la modernidad y la urbanidad que se encuentra presente en su diario vivir. Un objetivo más que pretende lograr este análisis, es la recuperación de la actividad agrícola local, autosustentable y rentable en proyectos cooperativos; con sustento en Torres:

"En lo que respecta al sector rural es imprescindible hacer rentables las actividades agropecuarias, especialmente en la economía campesina. Es preferible que el productor se quede en su parcela con miras a su mejoramiento a que, en aras de salir de la pobreza, se encuentre con ella al llegar a las ciudades. De esta forma, el binomio pobreza-mundo rural se ha convertido en el binomio pobreza-urbanización." (2011)

La importancia de esta investigación radica en la gran extensión ejidal que existe en nuestro país y que generan proyectos agro-productivos a través de recursos que el gobierno les asigna: "En los casi 32 mil ejidos y comunidades, más de 5.6 millones de ejidatarios, comuneros y posesionarios ofertan al país y, en algunos casos, al mercado externo, alimentos, ganado, materias primas y forrajes -en primer lugar-" (Morett-Sánchez & Cosío-Ruiz, 2017).

Por lo que, la detección eficaz de las necesidades de capacitación a través de una alternativa de análisis estratégico de factores internos y externos, así como matrices McKenzie, proporciona la información certera, obtenida en consenso con el grupo

ejidal en cuestión, llevando a cabo un análisis auto crítico de sus proyectos agrícolas, determinando democráticamente el cimiento de un programa de capacitación continua dirigido a las necesidades reales de recuperación y conservación de su monte y del ecosistema que en este prevalece.

Con lo anterior se pretende, no solamente la persecución de negocios que tengan como objetivo la ganancia monetaria que proporcione autonomía y desarrollo al núcleo ejidal; sino la recuperación de sistemas agrícolas que han abandonado y que por tal motivo se ha generado la pérdida en la producción de alimentos secundarios en la milpa, los cuales ya no existen en las cosechas de la localidad.

Esta investigación incide en la recuperación de usos y costumbres agrícolas y en la concientización de la necesidad urgente de detener la deforestación y la conservación de su aún basto ecosistema en el monte.

En el transcurso de la observación participativa, en el poblado de San Martín Cuautlalpan, Chalco. Estado de México, se observan los siguientes aspectos similares a los que Torres menciona en su análisis de urbanización de la pobreza en el que indica:

"Asimismo, se comprobó la tendencia a la modificación del uso del suelo en detrimento del campo y la agricultura, y se consideraron los siguientes fenómenos de la transición rural-urbana: a) agudización de la polarización socioeconómica; b) depredación de las fuentes de los recursos naturales; c) destrucción de formas tradicionales de vida; d) auge de los complejos inmobiliarios; e) surgimiento de externalidades negativas; f) destrucción del paisaje; y g) transculturación." (2011 pág. 192)

Siendo notoria la polarización socioeconómica, debido a que los adultos jóvenes entre 20 y 45 años, en su mayoría ha migrado principalmente a los Estados Unidos, sosteniendo con sus remesas la economía de sus familias en el pueblo, dando oportunidad a sus hermanos de seguir estudiando, con lo cual, ambos abandonan la actividad agrícola como su principal fuente ingreso y se replica esta situación en otras familias debido a la demostración de una calidad de vida mejor, con el ingreso de las remesas.

En otro nivel de comparación de calidad de vida, se da con las familias de las nuevas unidades habitacionales que cuentan con automóvil, ropa de marca y una forma de vida cómoda, la cual genera el ambicionar esta vida fácil en lugar del arduo trabajo en el campo, motivos principales estos últimos, para que sean vendidas sus parcelas

a compañías inmobiliarias que han proporcionado un bienestar momentáneo a las familias rurales, que al día de hoy padecen la destrucción de sus formas tradicionales de vida y principalmente la destrucción de su paisaje rural.

En cuanto a la depredación de los recursos naturales, se observa la nueva implementación del aserradero ejidal, con el apoyo de recursos federales, tanto económicos como en capacitación técnica, con la ausencia del valor de la conservación del monte y la conciencia del avance del calentamiento global y su participación activa en ello, el apoyo es escaso en cuanto el tema de preservación que se da por parte de PRO BOSQUE, que apoya en la contención de incendios forestales y la asesoría de control de corte de árboles que abastecerán el aserradero y que es autorizada El combate a la tala clandestina es nula, ya que no se cuenta con el equipo y armamento dentro del ejido para hacer frente a la mafia y corrupción que impera en el monte, a lo cual PRO BOSQUE (2018) indica los siguientes datos:

"Tomando en consideración nuestra problemática central, que se refiere a la perdida de superficie y cobertura forestal en áreas de recarga hídrica, en el Estado de México, se observó que la afectación de cobertura forestal de bosques, selvas y vegetación de zonas áridas en el año 2018, por incendios forestales fue de 7,811.85 hectáreas, con un total de 1,380 incendios forestales, en tanto que por plaga de insectos descortezadores, muérdago y plantas parásitas, se afectaron 4,241.156 hectáreas forestales ." (México)

METODOLOGÍA

Diseño de la Investigación

La metodología aplicada en esta investigación ha sido transversal, con un análisis situacional, aplicado a cada proyecto en desarrollo; de corte cualitativo-crítico-reflexivo y propositivo; se aplicó para ello, técnicas de entrevistas no estructuradas, observación participativa y tres grupos focales de ejidatarios; los datos cuantitativos se utilizaron únicamente para fortalecer la construcción del contexto, fundamentando las experiencias, con el objetivo de que permitieran detectar las necesidades reales de capacitación continua dentro de la organización.

El tipo de investigación es de participación acción, basada en la clasificación de Alberich, denominada "Niveles y perspectivas de la Investigación Social" (Alberich Nistal, 2008,VIII, pág. 136) con una perspectiva dialéctica, la cual define el autor, refiriéndose al conocimiento que produce, como "propositivo-transformador".

Objetivos

Aplicar una nueva alternativa de diagnóstico a través de un análisis FODA, como base para el diseño cooperativo y democrático de un programa de capacitación continua en el ejido de San Martín Cuautlalpan, en el que su eje principal sea la administración de proyectos ejidales con la misión de rescatar y conservar la naturaleza a través de proyectos agrícolas ejidales en un sistema agroecológico.

a. Aplicar el método de evaluación de factores internos y externos, para conocer la realidad de la comunidad ejidal respecto a sus proyectos ejidales en desarrollo; en sus aspectos de nivel de destrucción de su ecosistema y de la pérdida de su ambiente rural.

b. Incidir a corto plazo en la concientización crítica de los miembros de la organización ejidal para detectar la necesidad de contar con un programa de capacitación continua en los proyectos ejidales, con el fin de que se desarrollen bajo el eje de rescate y conservación del ecosistema como principal misión de los proyectos que a su vez les proporcione un abasto de autoconsumo y rentabilidad.

c. Desarrollar conclusiones sobre la aplicación de la alternativa de diagnóstico a través de una planeación estratégica del método de análisis FODA y el diseño cooperativo y democrático del programa de capacitación continua

Supuesto

La aplicación de una nueva alternativa de diagnóstico de necesidades de capacitación continua a través de la técnica de evaluación de factores internos y externos (MEFI y MEFE) y la participación cooperativa y crítica de los ejidatarios, puede incidir en el seguimiento a proyectos agrícolas compatibles con el rescate y conservación del ecosistema y de sus saberes agrícolas, así como de su ambiente rural.

Justificación

La relevancia social de esta investigación, radica en el impacto que puede tener la capacitación continua en el ejido, dirigida al área de administración de los proyectos activos y prospectivos, específicamente en la integración de un análisis en consenso, del deterioro del ecosistema, de la pérdida de su ambiente rural y ser el eslabón entre

la subsistencia diaria que actualmente tienen las familias ejidatarias en actividades no agrícolas, logrando una orientación hacia la concientización crítica de los 412 ejidatarios que representan a familias con rezago social, que viven el municipio de San Martín Cuautlalpan y que forman parte en los datos de las estimaciones de CONEVAL, que se presentan en la tabla 2.

Tabla 1. CONEVAL 2010 Rezago Social en San Martín Cuautlalpan

San Martín Cuautlalpan	**2005**	**2010**
Población total	12,560	23,501
% de población de 15 años o más analfabeta	10.26	4.85
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	5.47	3.16
% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	54.72	35.55

Fuente: Estimaciones del CONEVAL, con base en INEGI, II Conteo de Población y Vivienda 2005 y la INEGI 2005. Estimaciones de CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2010.

El gobierno a través de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) proporcionó capacitación para el fortalecimiento productivo y de organización en 2015 a ejidatarios de todo el país, llegando a través del programa FORMAR, invirtiendo más de 145 millones de pesos; inversión en capacitación que no logra la cobertura total de los ejidos existentes y dirigido a los rubros que a continuación se detallan en la tabla 1. (SEDATU, 2018)

Tabla 2 . Programa de Capacitación FORMAR

Número de Proyectos	**Denominación de cada Capacitación**	**Inversión**	**Cobertura**
A)105 proyectos	Fortalecer las capacidades y habilidades productivas.	74.6 millones de pesos	28 mil 786 personas.

B) 99 proyectos	Fomento organizacional. Consolidar las redes y relaciones sociales que facilitan la participación colectiva	71.3 millones de pesos	31 mil 226 personas.
Total de Proyectos	**Denominación General del Programa de Capacitación**	**Total de la Inversión**	**Cobertura Alcanzada**
204 proyectos	Fortalecimiento productivo y de organización.	145 millones de pesos	60 mil personas

Elaboración propia a partir de datos de SEDATU

En la tabla 2 se observan los temas abordados en la capacitación otorgada, los cuales no están dirigidos a la administración, gestión o control de proyecto ejidales, teniendo a pesar de ello, como finalidad del programa la siguiente: "Esta capacitación tiene la finalidad de que los asistentes desarrollen y fortalezcan sus conocimientos técnico-productivos y empresariales, considerando el potencial productivo local y de la región, desde la perspectiva de equidad de género y la formación de cadenas productivas" (SEDATU, 2018). Detectando que se implementó el mismo programa a todas las comunidades ejidales, dejando con gran debilidad la finalidad de considerar el potencial productivo local, la conservación de sus saberes agrícolas, su identdad rural, el rescate, conservación y protección de sus ecosistemas.

Por lo que en esta investigación al aplicar el método de análisis FODA en cada proyecto del ejido, ha logrado especificar las necesidades reales de capacitación en cada uno de ellos, en aspectos que integran una planeación estratégica que será contemplada en el programa de capacitación continua, propuesto para ser llevado a cabo en las instalaciones del Ejido, dentro de cada área en que se tienen los proyectos activos e integrando en su Visión y Misión, el respeto por la naturaleza y su identidad rural, protegiendo su ambiente natural, como legado de sus futuras generaciones.

De esta forma, el objetivo de contribuir pro activamente y acorde con las necesidades de la sociedad nacional, en específico del campo mexicano, con una preparación directa en lo que para este sector es urgente aplicar en el rescate de un ejido que padece la re- estructuración del artículo 27 Constitucional, con la cual la venta de parcelas ejidales es posible y ante un campo poco productivo, y el deterioro de su

territorio, es inminente la preferencia de vender y tener dinero a corto plazo, ante capacitaciones poco efectivas en temas técnicos y de poca profundidad en temas de afectación al cambio climático y no siendo eficaces en su finalidad de atacar los problemas productivos locales.

En el periodo del Programa para Democratizar la Productividad (PDP) 2013-2018, (CONEVAL, 2018) "El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) llevó a cabo la evaluación del Programa para Democratizar la Productividad", en este documento se indica el objetivo de la evaluación e identifica los factores que analiza, los cuales son referentes para esta investigación; "El diagnóstico del PDP identifica de forma clara y acotada el problema que se pretende atender con el Programa.

El problema que busca resolver el PDP es el de la baja productividad de los factores (tierra, trabajo y capital) como causante del bajo crecimiento económico que se ha vivido en México en las últimas décadas", los factores indicados serán considerados en el análisis situacional, como factores externos que determinan oportunidades y amenazas para los proyectos ejidales, debido a su presencia determinante en la productividad nacional.

La magnitud del problema en la inadecuada capacitación de los administradores en la administración de los proyectos ejidales se refleja en la baja productividad de su ejido y por ende en la pérdida de credibilidad de sus propios agremiados para nuevas inversiones y a su vez en las fallidas asignaciones de recursos por parte de las instituciones gubernamentales a sus nuevas propuestas.

Retomando la Evaluación a nivel nacional del PDP, nos indica: "En consecuencia, de acuerdo al diagnóstico no sólo es necesario elevar la productividad, sino hacerlo de manera incluyente. La implementación del PDP se estima urgente: la UPE pronostica que el costo de no implementarlo se ubica en un intervalo de entre 228.5 y 211.8 miles de millones de pesos.", por lo que, con base en esta necesidad imperante en nuestro país, la propuesta de iniciar con un programa de capacitación continua que considere al ecosistema y al ambiente rural como parte intrínseca de su implementación , contribuye a la solución de forma local y presumiblemente reproducida en ejidos contiguos, directamente en la raíz de la baja productividad en los ejidos, que es la falta de capacitación en la administración de sus proyectos.

Uno de los objetivos implícitos de esta investigación ha sido el de incidir en el aumento de la designación de recursos Estatales y Federales, presentando proyectos sustentados en una planeación estratégica de éstos en su dirección, gestión y control, con lo cual se puede acceder a las acciones consideradas por el gobierno y recomendadas en la Evaluación del PDP (CONEVAL, 2018) "…que en aquel momento la SAGARPA, (ahora SADER), a través del Programa Integral de Desarrollo Rural y el Programa de Fomento a la Agricultura, apoya a pequeños productores agrícolas en estas mismas zonas, buscando sinergia entre estos tipos de apoyos, a fin de aumentar la productividad de las actividades productivas rurales, y en conformidad con la Línea de acción 2.4.4 "Articular las políticas públicas dirigidas a los pequeños productores agrícolas, en particular aquellos que habitan en zonas marginadas" "

CARACTERIZACIÓN CONCEPTUAL DEL EJIDO DE SAN MARTÍN CUAUTLALPAN

Modelo Alternativo Compatible

"Un modelo alterno en el contexto neoliberal significa, antes que otra cosa, un modelo local con alta participación ciudadana, de tal manera que contribuya a frenar la imposición de prácticas y políticas contrarias a las necesidades y posibilidades locales, que se caracterizan por la importación de dichos modelos con efectos perniciosos." (Torres Carral, Desarrollo compatible: nueva ruralidad y nueva urbanidad, 2011), en el caso del Ejido de San Martín Cuautlalpan, la alternativa propuesta persigue el objetivo de una autonomía total en las tomas de decisiones respecto a su ecosistema y ambiente rural, a través de desarrollar una conciencia crítica que les permita detener las políticas federales, un ejemplo claro es la tala autorizada por Pro Bosque en la que permite cierta cantidad de corte de árboles sanos, sumándole lo que el Ingeniero encargado de la marcación de árboles aumenta de forma no oficial para vendérselos a los Comisariados corruptos, siendo este el negocio principal, además de la tala clandestina, que el gobierno no controla debido a la corrupción y por último las plagas, incendios, reforestaciones fuera de tiempo, debido a que los ejidatarios esperan el recurso de Pro Bosque para sembrar y este se les asigna fuera de tiempo, es decir en tiempos de lluvia en que no se puede acceder al bosque o en octubre, mes en que los árboles que resisten la época de sequía, son escasos.

Por lo tanto, los ejidatarios deben tomar acciones propias de conservación, de rescate y de alto a la deforestación, valorando a través del análisis situacional los factores internos y externos que han afectado en este caso al monte y nacer de ellos las propuestas y las acciones para su protección, generando proyectos alternos al del aserradero, teniendo conocimiento del calentamiento global y las consecuencias que se viven por ello, logrando concientizarlos de que las acciones que tomen serán clave para aportar a su freno o a su continuo aumento en contra de la supervivencia.

Acciones que deben ser tomadas en la localidad, debido a que los acuerdos que México llega a nivel internacional, como se observa en la figura 1, no son acordes con sus acciones federales, ya que se continua con la autorización de tala a los ejidos, debiendo ser este el compromiso de cero tala autorizada a partir de este año, no esperar 10 años más y hacer efectiva la conservación de los bosques.

Figura 1. México y el Acuerdo de París

Fuente: Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO)

Nueva Ruralidad

"La nueva ruralidad, entonces, es una propuesta que surge para mirar el desarrollo rural desde una perspectiva diferente a la que predomina en las estrategias políticas

dominantes en los gobiernos y organismos internacionales. Pretende la revaloración de los espacios rurales así como de sus pobladores." (Torres Carral, G., Norero Escalante, Almanza Sánchez, & Ramíres Miranda, 2008), realizando un comparativo entre el concepto presentado y la realidad de la población analizada en este estudio, el objetivo de crear una conciencia crítica en los ejidatarios, conlleva a que revaloricen sus espacios rurales, su ecosistema y principalmente su identidad, a lo que en suma se debe considerar la convivencia con un ambiente urbano que ha llegado para quedarse y con el que se debe establecer una relación

La conformación en San Martín Cuautlalpan, hacia una Nueva Ruralidad deberá considerar "la conformación de unidades urbano-rurales, que no distorsionen las relaciones de convivencia con las tradiciones locales y nacionales y que impulsen la cultura alimentaria regional con su enorme diversidad de platillos y recetas; y de medicinas tradicionales. También la aparición y fortalecimiento de auténticas cooperativas hechas por los trabajadores rurales que ya no sean propietarios" (de tierras) (Torres Carral, 1997)"; dichas organizaciones en este poblado deberían nacer de forma integradora hacia los demás pobladores que no son ejidatarios.

Detección de necesidades de capacitación a través de matrices de evaluación

Una de las formas más eficaces para disminuir el error, se basa en una correcta detección. En este caso, el concepto se referirá a una detección de necesidades de capacitación, la cual se enfocará al análisis de la situación actual de los proyectos ejidales, considerando los factores ambientales, ecológicos y niveles de producción, con el objetivo de establecer una Visión y Misión de rescate y conservación de la naturaleza, un re-enfoque del objetivo de generar proyectos, canalizándolos a una producción de consumo local, a través de la organización cooperativa dentro del su ejido y fortalecer su ambiente rural, con una conciencia crítica emancipadora que refleje su resistencia ante el abrazador avance de la urbe que ha invadido su territorio.

La evaluación de MEFI y MEFE permitirá determinar qué tan efectivas son las acciones internas en los proyectos ejidales, así como visualizar las acciones de entorno en que están integrados los giros de los diversos proyectos, en este caso en el ecoturístico y forestal. "También es una herramienta que puede considerarse sencilla y que permite obtener una perspectiva general de la situación estratégica de una organización determinada. Thompson y Strikland (1998) establecen que el análisis FODA estima

el efecto que una estrategia tiene para lograr un equilibrio o ajuste entre la capacidad interna de la organización y su situación externa, esto es, las oportunidades y amenazas." (Talancón, 2007)

FODA en una conclusión que dio Albert S. Humphrey (2015), refirió un consejo clave que consistió en dos puntos: 1) Dar a todos los miembros del personal la oportunidad de presentar sus propios puntos de vista personales de lo que es bueno y malo / Presente y Futuro desde su posición en el negocio; 2) Instar al personal a identificar problemas triviales, es ahí donde se encuentra el oro y no en las Grandes Ideas.

La alternativa de detección, a través de FODA, considera el otorgar de forma efectiva, los temas estratégicos que se deben incluir para enfocarse en las necesidades reales de conocimiento entrelazado con el factor cultural e ideológico de los ejidatarios y del personal que labora en los proyectos. Considerando que FODA, de forma inclusiva, considera a todos los involucrados en el desarrollo de las actividades, que integran los proyectos, se visualiza una propuesta que provenga de los mismos integrantes, generando un compromiso dentro de su organización ejidal, al detectar en conjunto la necesidad de capacitación continua para la eficiencia productiva de su ejido y por ende lograr un beneficio común al integrar acciones de rescate y conservación del monte, nuevas alternativas de producción agrícola compatibles con el ecosistema y demás acciones que se detectan mediante este análisis de consenso.

Acción Transformadora: Cooperativa y democrática

La acción transformadora que se pretende, desde esta propuesta radica en uno de los fragmentos que indica Freire respecto a su Pedagogía Crítica:

"De ahí la necesidad que se impone de superar la situación opresora. Esto implica el reconocimiento crítico de la razón de esta situación, a fin de lograr, a través de una acción transformadora que incida sobre la realidad, la instauración de una situación diferente, que posibilite la búsqueda de ser más." (1969)

Por tanto, es el reconocimiento a la realidad del ejido por sus integrantes, a través del análisis detallado de la situación actual de sus proyectos y principalmente de la debilidades y amenazas de su ecosistema como un vasto nido de recursos no renovables, se generará la conciencia crítica de las acciones que han tomado sin considerar la devastación de su entorno, como sucedió en sistema de alfabetización en el Brasil, cuando Freire refiere

"Con la palabra el hombre se hace hombre. Al decir su palabra, el hombre asume conscientemente su esencial condición humana. El método que le propicia ese aprendizaje abarca al hombre todo, y sus principios fundan toda la pedagogía, desde la alfabetización hasta los más altos niveles del quehacer universitario. La educación reproduce de este modo, en su propio plano, la estructura dinámica y el movimiento dialéctico del proceso histórico de producción del hombre." (1963)

Siguiendo este modelo pedagógico, los ejidatarios analizaron y propusieron las necesidades imperantes y prioritarias que debe atender el programa de capacitación continua, en el que participaran desde los espacios educativos localizados en el mismo entorno en que se encuentran los proyectos ejidales, con el objetivo de tomar en sus manos el rumbo del presente y futuro de su ecosistema en comunión con su abastecimiento, desarrollo de su nueva ruralidad en comunión con el avance de la mancha urbana.

Complementando el análisis FODA, en su segunda etapa de Planeación Estratégica se inserta una estrategia educativa, la cual los ejidatarios construirán a través del diseño de un programa que considere prioritariamente la capacitación continua en proyectos agroecológicos, lo cual se considera cubrir a corto plazo, bajo la consideración de Chiavenato en su concepto de capacitación," la capacitación es el proceso educativo de corto plazo, aplicado de manera sistemática y organizada, por medio del cual las personas adquieren conocimientos, desarrollan habilidades y competencias en función de objetivos definidos." (Chiavenato, 2007, pág. 386), así la capacitación continua a los ejidatarios pretende dar atención inmediata a la situación urgente que prevalece en el ecosistema del territorio ejidal.

Modelo Depredador

El tema de la Segunda Revolución Verde que en su primera fase fue "mundialmente reconocida por la liberación de nuevas variedades con mayor potencial de rendimiento" (Evenson y Gollin, 2003), se basa en el análisis del hambre que en un futuro se padecerá a nivel mundial debido a la baja productividad agrícola, como lo menciona JEANINE (2004), provocando inseguridad alimentaria y agravarán el hambre mundial en el futuro. "Es posible afirmar que una Segunda Revolución Verde no es la estrategia adecuada para acabar con el hambre, pues analistas económicos, ONGs y agricultores de varias partes del mundo han manifestado serias dudas acerca de su validez. Versiones anteriores del paquete tecnológico revolucionario generaron

problemas de suelo, maleza y plagas, lo cual redundó, en algunos casos, en una disminución del rendimiento en el largo plazo." (Jeanine, 2004)

El modelo depredador en el Ejido de San Martín, ha provocado después de 20 años de su implantación, la pérdida de maíz criollo, de los productos secundarios de la milpa, como lo era la calabaza, el chayote, huitlacoche, etc., de tal forma que estos productos ya no son consumidos de forma directa por los pobladores, sino que ahora se deben comprar.

Otra afectación ha sido el endeudamiento por apoyos simulados en los que se adquirió maquinaria como tractores con cabina, que no se adaptaron a las condiciones de ubicación geográfica de las parcelas o las trilladoras de cuales no se recibió capacitación y los manuales estaban en inglés, algunos los mandaron a traducir, otros las dieron en renta y nunca las usaron ellos, agregando la pérdida de empleos, como ejemplo: con el ingreso de trilladoras, se quedaron sin trabajo por parcela aproximadamente 10 jornaleros.

CONCLUSIONES

La caracterización del Ejido de San Martín, apegada a los conceptos presentados, denota una devastadora pérdida de ecosistema y de su ambiente rural, por lo que es urgente el llevar a cabo la alternativa de un modelo compatible con sustento en capacitaciones continuas enfocadas a su contexto.

La educación integrada en su Ejido a través de un programa de capacitación continua, devengará de un análisis crítico de las consecuencias de llevar a cabo proyecto agrícolas sin la consideración de un objetivo más allá de la obtención monetaria, que ha decir verdad en ello tampoco han sido exitosos.

El integrar en sus proyectos una Visión de rescate y conservación de su identidad vinculada con el ecosistema y una Misión de crear proyectos agroecológicos, cumpliendo metas a corto, mediano y largo plazo, con acciones que tengan una implementación inmediata y mediata, de iniciativa autónoma, con persecución de apoyo hacia éstas y no el esperar o depender de la iniciativa Federal, ya que estas no son idóneas para las necesidades reales de sus proyectos agrícolas ni de sus proyectos de vida.

Se considera que la alternativa propuesta para la localidad es incluyente, democrática y cooperativa, que fomenta la unión y la conciencia crítica para lograr la autonomía y redireccionar sus acciones hacia proyectos agro ecológicos sustentables y toma de decisiones con base en una capacitación continua, que les permitirá la libertad de crecimiento autónomo y desarrollo en su comunidad.

REFERENCIAS

Alberich Nistal, T. (2008,VIII). IAP, REDES Y MAPAS SOCIALES: DESDE LA INVESTIGACIÓN A LA INTERVENCIÓN SOCIAL. *Portularia (en línea).* http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=161017350008

Chiavenato, I. p. (2007). Administración de Recursos Humanos. México: McGraw Hill Interamericana. Recuperado el 5 de Octubre de 2018

CONEVAL. (2018). COVENAL. https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Paginas/Evaluaciones_Programas_Sectoriales.aspx

Evenson, R. E. y D. Gollin (2003) "Assessing the Impact of the Green Revolution: 1960–2000" en Science. 300, pp. 758–762.

Humphrey, A. S. (Diciembre de 2005). *SRI International alumni association.* https://www.sri.com/sites/default/files/brochures/dec-05.pdf

Jeanine, W. S. (2004). *¿Nueva Ruralidad en México?* Mexico: UAM.

México, G. d. (s.f.). Probosque.edomex.gob.mx., http://probosque.edomex.gob.mx/sites/probosque.edomex.gob.mx/files/files/convocatorias/reglasOperaPSAHEM.pdf

Morett-Sánchez, J. C., & Cosío-Ruiz, C. (enero de 2017). .http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722017000100125

SEDATU. (octubre de 2018). gob.mx. https://www.gob.mx/sedatu/articulos/apoya-sedatu-capacitacion-de-60-mil-campesinos-en-todo-el-pais-8931

Talancón, H. P. (2007). LA MATRIZ FODA: ALTERNATIVA DE DIAGNÓSTICO Y DETERMINACIÓN DE ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN EN DIVERSAS ORGANIZACIONES. Enseñanza e Investigación en Psicología, 113-130.

Torres Carral, G. (1997). *Nueva Ruralidad. México,* Chapingo.

Torres Carral, G., Norero Escalante, L., Almanza Sánchez, M., & Ramíres Miranda, C. (2008). La visión de lo rural hoy: enfoques emergentes para su revaloración. Geografía Agrícola(40), 39-54. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75711534005

Torres Carral, G. (2011). D*esarrollo compatible: nueva ruralidad y nueva urbanidad.* Chapingo, México, Estado de México, México: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

CLIMA ORGANIZACIONAL SOBRE LA SATISFACCIÓN LABORAL EN LOS EMPLEADOS QUE PERTENECEN AL STEUABJO ESTUDIO DE CASO: CAMPUS CU EN EL PERIODO 2019-2021

Rubén Emmanuel Méndez Hernández[1]
Flor Nallely Rodríguez Alfaro[2]

RESUMEN

La rápida y acelerada transformación de las estructuras sociales es un tema que ha cobrado vital importancia en el mundo entero. Los cambios se presentan en todos los ámbitos; en las relaciones políticas y comerciales entre los países, en las relaciones laborales y sociales, en los enfoques de los negocios, en el papel que juegan los gobiernos, en los roles de los diferentes géneros y grupos sociales, en la educación, en el tamaño y composición de la población y en el modo de relacionarse con el medio ambiente.

El clima organizacional describe los efectos subjetivos percibidos del sistema formal, la subsistencia y eficaz funcionamiento de toda organización depende de su capacidad para detectar los cambios oportunamente y de su flexibilidad para reaccionar ante ellos en forma apropiada, a través de las adecuaciones de sus estrategias y objetivos para llegar a la satisfacción laboral.

Su finalidad es mejorar el conocimiento de los problemas y temas conductuales, identificando las habilidades que los gerentes deben aprender ayudándoles a adquirir y utilizar mejor la eficiencia organizacional y el bienestar del ser humano. A esta especialidad se le da el nombre de Desarrollo Organizacional.

1 Coordinador Académico en Tecnológico Universitario de Valle de Chalco

2 Docente en Tecnológico Universitario de Valle de Chalco

La presente Investigación tiene como objetivo evaluar el clima organizacional y la satisfacción laboral del personal administrativo en la UABJO, para detectar los factores prevalecientes en la organización. La investigación se realizó por medio de la aplicación del cuestionario elaborado por Koys y De Cottis (1991) y para medir la satisfacción laboral se desarrolló un instrumento basado en los cuestionarios S21/26 (1990) y el S4/82 (1986) de Meliá et al (1990), utilizando el Alfa de Cronbach (1951); que es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida

Palabras clave: Clima organizacional, satisfacción laboral, eficiencia organizacional, desempeño, bienestar del ser humano.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo organizacional es una disciplina que busca impulsar la eficiencia organizacional, a través de una buena relación trabajador-empresa y del mejoramiento de la calidad de vida del trabajador para lograr mayor rentabilidad e influir de modo proactivo en la orientación estratégica de la empresa (Garzón, 2005). Esta disciplina se vale de los conocimientos y métodos de las ciencias de la conducta para ayudar a las empresas a crear la capacidad de cambiar y mejorar su eficiencia.

En este sentido, el desarrollo organizacional se centra en darle a las empresas la capacidad de evaluar y mejorar su funcionamiento. Además, los conflictos son hechos de la vida organizacional donde nacen diversas fuentes identificables, tiene consecuencias más y buenas a la vez y es susceptible de una administración comprensiva y hábil.

El origen del clima organizacional está en la sociología, en donde el concepto de organización dentro de la teoría de las relaciones humanas enfatiza la importancia del hombre en su función del trabajo y por su participación en un sistema social. Define el clima organizacional como el resultado de la forma como las personas establece procesos de interacción social y donde dichos procesos están influenciados por un sistema de valores, actitudes y creencias, así como también de su ambiente interno (Méndez, 2006). La modernización del Estado es una necesidad urgente en la cual todos los sectores sociales y políticos están de acuerdo, esto significa e implica la modernización de la gestión de cada una de las organizaciones públicas, instaurando avances en materia de modernización y profesionalización en la administración del Estado y en la dirección pública. Dentro de esta línea, el presente trabajo de investigación ha tenido como objetivo elaborar y validar un instrumento de medida

del Clima Organizacional y de la Satisfacción Laboral en grupos de trabajo de una Institución Pública.

Tabla 1. Análisis de la consistencia interna de las puntuaciones del instrumento de medida

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	**Varianza de la escala si se elimina el elemento**	**Correlación elemento-total corregida**	**Alfa de Cronbach si se elimina el elemento**
Tomo mi propia decisión en mi trabajo	59.85	247.186	.408	.914
Organizo mi propio trabajo	59.92	243.178	.658	.911
Existe compañerismo	59.69	238.640	.580	.911
Existe el espíritu de trabajo en equipo	59.46	233.571	.745	.908
Existe confianza con mi jefe	59.36	234.026	.677	.909
Mi jefe tiene principios	59.59	240.511	.605	.911
Me saturan de trabajo y no tengo tiempo	59.28	248.892	.254	.917
Sufro de estrés por El trabajo	59.08	252.862	.107	.920
Mi jete es flexible	59.56	242.200	.518	.912
Mi jefe alienta el desarrollo profesional	59.28	242.050	.522	.912
Mi jete alienta mi trabajo	59.26	237.354	.610	.911
Soy señalado cuando hay algo mal	58.79	248.062	.218	.918
El trato siempre es justo	59.36	235.762	.218	.918
Los objetivos son alcanzables	59.72	242.418	.528	.912

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Soy animado a desarrollar mis ideas	59.72	242.418	.316	.915
Soy libre de hacer diferente mi trabajo	59.82	244.677	.536	.912
Siempre circula la información	59.18	234.151	.675	.909
Siempre existe la colaboración y ayuda	59.62	239.559	.731	.190
Hay iluminación en el lugar de trabajo	59.69	240.903	.449	.914
Hay ventilación en el lugar de trabajo	59.46	245.097	.331	.916
Me satisface mi trabajo	60.10	237.147	.629	.910
Los objetivos y metas se deben alcanzar	59.95	245.576	.516	.913
Existe la igualdad y justicia	58.28	229.945	.580	.911
Se cumple los convenios	59.03	236.499	.580	.911
Mis superiores están satisfechos	59.62	239.559	.650	.910
Me gusta ser dirigido	59.21	243.167	.438	.914
El salario que usted recibe	58.13	241.536	.396	.915
Sus condiciones laborales	59.31	238.324	.542	.912

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación quiere elaborar y validar los instrumentos para medir las variables del clima organizacional y de la satisfacción laboral en trabajadores administrativos de la UABJO. La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno Hernández et al. (2010). Para lograr el objetivo se procedió a la aplicación de una escala de medición para clima organizacional de Koys y De Cottis (1991), y para medir la satisfacción laboral se desarrolló un instrumento basado en los cuestionarios S21/26 (1990) y el S4/82 (1986) de Meliá et al. (1990).

Los resultados muestran que el instrumento para medir clima organizacional y Satisfacción laboral tiene una fiabilidad adecuada (mayor de 0,9), lo que implica que todos los ítems realmente se relacionan con el mismo rasgo y además hay diferencias claras entre los sujetos en ese rasgo común a los ítems. En conjunto las correlaciones entre ambos tipos de variables, de clima organizacional y de satisfacción laboral, confirman la validez de las subescalas de clima pues estas relaciones responden a hipótesis muy plausibles. El mismo estudio nos dará las pautas para continuar el análisis.

La puntuación directa de una persona en un test no es directamente interpretable si no la referimos a los contenidos incluidos en el test o al rendimiento de las restantes personas que comparten el grupo normativo, es una referencia a escalas preestablecidas. Se centró en este segundo sentido el tema de la interpretación de una puntuación directa en un cuestionario, para lo cual es necesario tratar el tema de la obtención para comparar esta puntuación con las que obtienen las personas que han formado el grupo normativo. De una u otra forma, los baremos consisten en asignar a cada posible puntuación directa un valor numérico (en una determinada escala) que informa sobre la posición que ocupa la puntuación directa (y por tanto la persona que la obtiene) en relación con los que obtienen las personas que integran el grupo normativo donde se bareman las pruebas Abad et al. (2006).

Autonomía. La percepción de auto determinación con respecto a los procedimientos de trabajo, metas y prioridades. Cohesión. La percepción de buena unión o el compartir dentro de la organización, inclusive la buena voluntad de los miembros en ofrecer ayuda material. Confianza. La percepción de libertad para comunicarse

abiertamente con los miembros de alto nivel de la organización sobre cuestiones sensibles o personales, con la expectativa que la integridad de tales comunicaciones no será violada. Presión, la percepción del tiempo exigido con respecto al término de la tarea y padrones de desempeño. Apoyo. La percepción de la tolerancia del comportamiento de los miembros superiores, incluyendo la buena voluntad para permitir tener conocimiento de sus errores sin miedo a la represalia. Reconocimiento. La percepción de que la contribución del miembro es reconocida por la organización. Imparcialidad. La percepción que las prácticas organizacionales son equitativas y no arbitraria o caprichosa. Innovación. La percepción del cambio y la creatividad son encorajadas, inclusive el risco considerado dentro de nuevas áreas o áreas donde el miembro tiene pequeña experiencia o no tiene experiencias previas. Koys y De Cottis (1991), subrayan además que para que cualquier dimensión pueda ser incluida en la medida de Clima Organizacional se ha de establecer tres reglas importantes:

1. Que sea una medida de percepción.

2. Que sea una medida descriptiva de las actividades.

3. No puede ser un aspecto organizacional o de la estructura organizacional.

Estas reglas ayudan en el arreglo de la confusión entre clima y cultura, además de contribuir para distinguir las medidas de Clima Organizacional de otras medidas organizacionales. Las caracterizas sugeridas por Koys y De Cottis (1991), son comprendidas en la concepción de clima psicológico. La aplicación inicial del cuestionario fue designada para evaluar la consistencia de las escalas y la relación entre ellas. Este cuestionario demostró tener una consistencia razonable. No obstante, los autores deseaban tener mayor consistencia en el instrumento por lo que se decidió usar el cuestionario inicial en un estudio experimental para verificar los efectos del Clima Organizacional sobre la Satisfacción Laboral y con ello mejorar el cuestionario.

Los objetivos por desarrollar un cuestionario fueron:

1. Reducir la superposición de la escala del Clima.

2. Incrementar la claridad conceptual de las variables.

3. Agregar nuevas escalas basadas en los aspectos Clima Organizacional y Satisfacción laboral.

En este proceso de mejoramiento de cuestionario, las variables se separaron, se conformó por catorce variables con un total de veinte y ocho ítems. El investigador que en Ciencias usa cuestionarios, se basa tácitamente en la Teoría Clásica del Test, cuyos supuestos, poco realistas, con frecuencia se violan, y conducen a evaluar deficientemente la fiabilidad y la validez del instrumento (Batista y Coenders, 2000). Este estudio se inicia con los grupos de trabajadores administrativos. Con estos datos se analizan las relaciones del clima organizacional y la satisfacción laboral con los resultados obtenidos por los miembros de los grupos. Cuando se trata de conocer la realidad, se trata de medir y de esclarecer determinados elementos importantes de su contenido empírico, en función de las premisas que nuestra fantasía científica juzgue convenientes (Ballina, 2001).

Desde los inicios del Clima Organizacional, los investigadores se han esforzado en diseñar instrumentos que permitan medir el clima de una organización (Brunet, 2014). Señala que poco importa el cuestionario que el especialista en administración utilice para evaluar el clima de su organización, primordialmente deberá asegurarse de que el instrumento de medición cubra por los menos las ocho dimensiones siguientes: autonomía, cohesión, confianza, presión, apoyo, reconocimiento, equidad e innovación.

La investigación es una actividad social que pretende contribuir al campo de conocimientos del área que le es propia, pero que, en esencia, busca comprender una realidad y ayudar a resolver problemas sociales, (Calderón y Castaño, 2005). Dado que la presente investigación tiene por objeto conocer el ambiente laboral de una Institución Publica de Educación Superior y aunque existen instrumentos elaborados, estos no se emplearan puestos que solo señalan la relación entre los directivos y los docentes, dejando de lado el Personal Administrativo, además los instrumentos con estas características asumen y definen variables distintas, ya que se tratan de facetas, matices o dimensiones diferentes de unas pocas realidades del trabajo y de las organizaciones.

En este sentido, en la presente investigación se utilizará la teoría de Clima Organizacional de Koys y De Cottis (1991), considerando que se utiliza la perspectiva porcentual o enfocada al individuo y fue una de las teorías precursoras en esta área del conocimiento. Además, esta considera una gama amplia de dimensiones en contraste con otros autores, lo cual permitirá conocer de manera más específica el ambiente laboral, por medio del cuestionario elaborado por José L. Meliá et al (1990), para

detectar el Clima Organizacional y la Satisfacción Laboral. El cuestionario elaborado por José Meliá tiene un alto grado de confiabilidad con el alfa de Cronbach 0.915.

El clima organizacional parece afectar positivamente o negativamente a la existencia de cierto tipo de interacciones entre los miembros de una organización. Imagine trabajar en un ambiente laboral en donde todos los empleados tienen una opinión en los asuntos que afectan directamente su día de trabajo, (Dygert, 2013). El presente estudio es transversal del tipo correlacional. El estudio es transversal puesto que el cuestionario para conocer la percepción del Clima Organizacional y Satisfacción Laboral de los trabajadores del STEUABJO se administró en un solo momento. Es importante que se tenga conocimiento del contexto donde se llevará a cabo la investigación, de manera que pueda tenerse idea o conocer los elementos de los cuales se obtendrá la información requerida para el desarrollo de la investigación (Bernal, 2010).

A un sujeto se le puede preguntar que se sitúe en una escala de 1 a 5 (de nada a mucho) en una serie de rasgos o actitudes personales: conservador, extravertido, religioso, partidario de una determinada opción política, aficionado a la ópera, etc. Con frecuencia es lo más conveniente o al menos es lo suficiente, sobre todo cuando no se pretende obtener una información muy precisa sobre cada sujeto en particular (por ejemplo, para hacer un diagnóstico individual). A veces el medir actitudes (u otros rasgos psicológicos) con una sola pregunta es muy útil como medida complementaria de instrumentos más complejos (Morales, 2010). Esta y muchas otras interrogantes son necesidades frecuentes en las organizaciones, desafortunadamente la mayoría de las veces se construye respuestas intuitivas y se toma decisiones basadas en percepciones subjetivas (Robbins y Coulter, 2005).

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula de tamaño muestral para intervalos para proporción poblacional.

$$n= \frac{z^2\,(\pi)(1-\pi)}{(\text{error})^2} \qquad n= \frac{1.96^2\,(.5)(1-.5)}{(.05)^2} \qquad n= \frac{3.8416\ (0.25)}{.0025} \quad =384.16\cong 385$$

Por tanto, con un 95% de confianza y un error de.05, se obtuvo que el tamaño de la muestra será un total de 386.

RESULTADOS

La teoría del Clima Organizacional y Satisfacción Laboral fundamenta el alcance de las ventajas competitivas sostenibles a través de la combinación de los recursos intangibles y las capacidades organizativas. En relación con la ventaja competitiva se establece por medio de la actuación conjunta de los recursos humanos. La percepción humana respecto a las prácticas, políticas y procedimientos de la organización es una aliada indispensable en la adecuada gestión de los recursos humanos para la obtención del éxito. El clima organizacional y la satisfacción laboral son caracterizados simultáneamente como actividades intangibles e intangibles generativos. La excelencia de los procesos internos es caracterizada como un intangible explotable.

El diagnóstico y monitorización de la percepción de los empleados respecto al clima organizacional son de máxima importancia para el direccionamiento de la empresa en la obtención de sus objetivos estratégicos. Las prácticas gerenciales y la conducta del líder, aspectos que pueden ser observados en las de encuestas de clima organizacional, son indispensables para generar los cambios organizacionales necesarios para la implementación y ejecución de la estrategia empresarial. El éxito en la estrategia empresarial, desde el que se establece en la literatura, está relacionado a la mejora de los procesos internos que por su vez afecta a la satisfacción del cliente y en consecuencia el desempeño. El clima de trabajo positivo y la maximización del nivel de satisfacción de los empleados están directamente relacionados con la mejora de los procesos internos.

El desarrollo del instrumento de clima organizacional propuesto en esta investigación tiene dimensiones que se coadyuvan con características necesarias para la implementación de la estrategia empresarial que se presentan inidentificadas en la literatura del cuadro de mando integral en la perspectiva aprendizaje y crecimiento. El cuestionario de clima organizacional propuesto tiene características psicométricas satisfactoria de fiabilidad y validez para su puesta en práctica. Su utilización permite el reconocimiento, por parte de los directivos, del activo humano respecto de las prácticas y procedimientos desarrollados por la organización en los aspectos inherentes al estilo de gerencia, reconocimiento, autonomía, cohesión, confianza, presión, apoyo, reconocimiento, equidad e innovación.

El proceso utilizado para reducir el conjunto inicial de ítems y el ajuste por la solución factorial exploratoria apuntan evidencias preliminares de la validez factorial del instrumento. Sin embargo, se torna necesario, para la obtención de evidencias definitivas de este tipo de validez, el uso de análisis factorial.

DISCUSION

Es preciso valerse del desarrollo organizacional ya que este busca impulsar la eficiencia organizacional. Al ser un esfuerzo planificado que emplea las intervenciones aplicando el conocimiento de las ciencias de la conducta para influir de modo proactivo en la orientación estratégica de la organización, para encausar las acciones que permitan el mejoramiento del clima organizacional.

Las características psicométricas de fiabilidad y validez del instrumento de clima organizacional, además de los resultados comprobatorios de la unidimensionalidad del mismo, permiten agregar sus ítems en una puntuación final que indica en qué nivel se encuentra el clima organizacional de los trabajadores. Las dimensiones que menos contribuyen para el éxito en la gestión de la estrategia, de acuerdo con la percepción de los colaboradores de lo investigado, son recompensa e innovación, lo que sugiere una mayor atención por parte de los directivos para estos dos atributos del ambiente laboral, pues si no hay recompensa vinculada al desempeño individual, el alineamiento organizacional se demuestra comprometido y en consecuencia la innovación.

Se sugiere la posible existencia de un punto crítico en la dimensión de cultura evaluada, por debajo del cual a la organización le resulta más difícil adoptar con éxito estas variables. Esto podría deberse a que unos valores mínimos de consideración y respeto hacia el personal suponen la base para la confianza en la dirección, confianza que se traduce en asumir que el cambio va a implicar consecuencias negativas para los empleados. También se apunta que una integración de grupo por encima de dicho punto crítico combinada con una mínima consideración hacia los miembros de la organización en el sentido de que supere también un determinado valor puede causar una predisposición positiva hacia el cambio, debido por una parte a que dicha cohesión social estimule la cooperación para lograr el objetivo grupal que supone la adopción de un sistema de calidad y de alto rendimiento al trabajo.

Para la puesta en práctica de la literatura se sugiere a la organización ponga énfasis en un clima organizacional que favorezca los siguientes aspectos: la motivación, la iniciativa individual, un clima de apoyo e innovación, un diseño de plan de incentivos y la retribución de acuerdo con las expectativas de los trabajadores, una política de participación en la toma de decisiones. Desde mi punto de vista, una de las más importantes aportaciones de este trabajo es el intento de poner orden dentro del caos existente en el campo de estudio que relaciona el clima organización con

la satisfacción laboral, campo de estudio interdisciplinar que como lo he señalado, la adopción de sistemas de calidad es un terreno casi exclusivamente ocupado por profesionales mientras que el clima organizacional, es principalmente estudiado desde la antropología, la sociología y la psicología.

Para conseguir dicho orden se ha realizado una revisión exhaustiva de los diversos factores, desde el punto de vista psicosocial, que ha sido señalado como base del éxito. Centrándose para el estudio empírico en las dimensiones de clima organizacional señalada en el marco teórico, pero incluyendo también otros aspectos relacionados no menos importantes, cuyos límites con el clima organizacional resultan en muchas ocasiones confusas. Como resultado de ello un amplio rango de factores han sido evaluados y contrastados para determinar su influencia en el éxito de la satisfacción laboral. Además, el énfasis del papel de los líderes en su actuación para los cambios organizacionales necesarios para el desarrollo de la estrategia empresarial. En este contexto, el instrumento de clima organizacional propuesto puede suministrar informaciones relevantes para que los directivos actúen favorablemente a la estrategia de la información.

Teniendo en cuenta que las respuestas al cuestionario de clima organizacional fueron provenientes de la percepción de los colaboradores, se podría hacer un análisis del clima organizacional con las dimensiones evaluadas en esta investigación, por una parte, desde la manera que lo perciben los directivos. Por medio de esta evaluación, se podría diagnosticar y analizar en qué medida estos grupos, considerando la forma que demuestren su grado de acuerdo o desacuerdo en relación a las dimensiones investigadas, puede interferir en la puesta en práctica de las estrategias, al mismo tiempo que se puede utilizar formas de potenciar uno u otros valores para los grupos, de forma direccionada, que se consideran importantes para el desarrollo con éxito de la estrategia empresarial.

Es una aportación de este trabajo el estudio de la relación entre el clima organizacional y la satisfacción laboral, debido a que no existe registro alguno de que se haya hecho dicha evaluación por parte de sus consultores, la evaluación que se lleva a cabo es la de calidad por desempeño. Consideremos no obstante que sería interesante para la investigación futura, aunque probablemente muy difícil, poder evaluar una aproximación de calidad desde diversos puntos de vista: la opinión personal, de evaluadores expertos en calidad ajenos a la directiva, que no tengan ningún vínculo con la misma. Los resultados de este trabajo se han obtenido a partir de un censo y en

un centro de trabajo específico, el que no permite su generalización. Esto sugiere que la investigación empírica sea aplicada a muestras más grandes y en otros contextos. La validación de un test se manifiesta como una acumulación gradual de evidencias que sustente determinadas inferencias.

El presente trabajo de investigación tiene una serie de implicaciones interesantes para el proceso de introducción de sistemas de gestión de calidad. Ya se señaló en las conclusiones de tener cautela especial en aquellas percepciones de equidad, reconocimiento, lo primero que esto implica es la necesidad de que sean evaluadas estas variables psicosociales previamente a la introducción de un enfoque de mejora de calidad, es decir que exista una evaluación de clima organizacional y otras variables psicosociales previa a la implantación. Algunos profesionales especializados en la adopción de sistemas de calidad posiblemente ya realicen algún tipo de evaluación en este sentido, pero en general no es una práctica habitual y merece por tanto resaltarse la conveniencia de su realización. Una vez efectuado dicho diagnostico o evaluación de estas variables y en el caso de que las puntuaciones obtenidas estén por encima del punto crítico señalado, tres de una escala de Likert de 1 a 5, se podría comenzar la adopción del enfoque de calidad. Si las puntuaciones obtenidas en algunas de las variables estuvieran por debajo de dicho punto crítico.

Sería necesario planificar una implantación del sistema de calidad de acuerdo con los déficits encontrados, es decir, sería necesario desde mi punto de vista intentar paliar algunas de las carencias encontradas antes de comenzar la adopción propiamente dicho del sistema de calidad o al mismo tiempo que se va introduciendo. Esto podría llevarse a cabo y de acuerdo por lo señalado por Schneider y Reichers (1983), a través de un cambio en las prácticas, procedimientos y rutinas que demuestren un cambio en el sentido propuesto. Es necesario señalar, no obstante, la dificultad de llevar adelante estos cambios, que implicaran mucho tiempo y esfuerzo, y que no se podrán realizar si no hay un cambio sincero en los principios y valores de los distintos niveles directivos, ya que de lo contrario la incoherencia entre lo que cree y lo que se hace acabara saliendo a la luz y siendo más contraproducente que beneficiosa.

Será conveniente además un ajuste de las expectativas de la dirección, respecto a la adopción del sistema, ajuste de expectativas que impedirán que estas sean demasiado optimistas y que se experimente una decepción posterior que no contribuirá más que al desánimo de los miembros de la organización y a consecuencias asociadas al mismo. Poca información y formación contribuyen a incrementar las resistencias de

los miembros de la organización hacia un nuevo sistema de calidad, cambiando las prácticas habituales por nuevas que demuestren la voluntad de la dirección de hacer las cosas de una manera distinta. Al establecer que el proceso de validación es un proceso sin fin, se torna procedente obtener líneas múltiples de evidencia empírica provenientes de diferentes fuentes o métodos, lo que posibilitara futuras constataciones de hipótesis relativas a la validación del constructo del constructo "clima organizacional", objeto de estudio de este trabajo.

REFERENCIAS

Koys, D., y De Cottis, T. *Inductive Measures of Psychological climate* (1991). Human Realations.

Meliá, J., Pradilla, J., Marti, N., Sancemi, M., Oliver, A., y Tomas, J. *Estructura factorial, fiabilidad y validez del cuestionario de satisfacción S21/S26.*(1990). Revista de Psicológia Universitas Tarraconensis .

Cronbach, L. J. *Coefficient alpha and the internal structure of test.*(1951). Psychometrika

Garzón, C. M. A. *Propuesta de Modelo intraemprendedor para la innovación en las organizaciones perdurables.(2005).* Bogotá, Colombia: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España .

Méndez, Á. C. E.. *Transformación cultural en las Organizaciones.* (2006). Bogota, Colombia: Universidad del Rosario.

Hernández S. R., Fernández C. C., y Baptista L. P. *Metodología de la Investigación.* México. (2010) Mc Graw Hill.

Abad, F., Garrido, J., Olea, J., y Posonda, V. *Introducción a la psicometría, Teoría clásica de los test y teoría de la respuesta al ítem* (2006). Madrid. Universidad Autónoma de Madrid.

Batista F. J., y Coenders, G. *Modelos de ecuaciones estructurales. Modelo para el análisis de relaciones causales* (2000). Madrid: La Muralla.

Ballina, R. F. *Teoría de la administración: un enfoque alternativo* (2001). México: Universidad Autónoma de México.

Brunet, L. *El clima de trabajo en las organizaciones* (2014). México: Trillas.

Calderón H, G., y Castaño D, G. A. *Investigación en Administración en América Latina* (2005). Colombia: EDIGRAFICAS.

Dygert, C. *Culturas organizacionales triunfadoras y rentables* (2013). México: Panorama.

Bernal, C. *Metodología de la investigación* (2010). México: Pearson.

Morales, V. P. *Construcción de escalas de actitudes tipo Likert* (2010). Madrid: La Muralla.

Robbins, S. P., y Coulter, M. *Como explicar y prevenir el comportamiento* (2005). México: Pearson Educación.

Schneider, B., y Reichers, A. *On the antology of climates.* (1983). Personner Psychology.

Instituto Politécnico
LOYOLA

www.ipl.edu.do @politecnicoloyola @loyolaipl
C/ Padre Ángel Arias No.1, San Cristóbal, Rep. Dom.· Tel.: 809-528-4010 · Ext.: 3001