



**Almacenamiento y su efecto en la distribución de insumos  
escolares en las instituciones de Educación General Básica**

*Storage and its effect on the distribution of school supplies in Basic  
General Education institutions*

Steffy Shakira Quijano Rojas<sup>1</sup>

Ing. César Augusto Valladares Guamán<sup>3</sup>



0000-0002-5291-9217

<sup>1</sup> Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador [leiververazambrano@tsachila.edu.ec](mailto:leiververazambrano@tsachila.edu.ec)

<sup>2</sup> Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador [cesarvalladares@tsachila.edu.ec](mailto:cesarvalladares@tsachila.edu.ec)

**Recepción:** 21 de octubre de 2022

**Aceptación:** 30 de noviembre de 2022

**Publicación:** 28 de diciembre de 2022

**Citación/como citar este artículo:** Quijano, S. y Valladares, C. (2022). Almacenamiento y su efecto en la distribución de insumos escolares en las instituciones de Educación General Básica. Ideas y Voces, 2(3), 01-17.



## **Resumen**

A nivel nacional las Unidades Educativas públicas reciben el insumo alimenticio por parte del Ministerio de Educación, el cual es receptado, almacenado, y distribuido a cada uno de los estudiantes, por ser productos perecederos la bodega debe estar adecuada de acuerdo con la normativa ARCSA Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria que especifica las condiciones que el insumo alimenticio necesita para evitar posibles deterioros o daños. El objetivo de esta investigación es Analizar el almacenamiento y cuál es su incidencia en el despacho de los insumos alimenticios. Con este propósito la pregunta de investigación es la siguiente ¿Cómo el almacenamiento afecta el despacho de los insumos alimenticios en la Unidad Educativa Mariano Aguilera? De tal modo se ha llegado a un análisis donde la Unidad Educativa debe llegar a una responsabilidad más estricta, para evitar que sigan existiendo deterioros del producto. La pregunta de investigación se responde a través de encuestas a los clientes internos y externos, y a una entrevista que fue realizada a la máxima autoridad del establecimiento educativo, los resultados obtenidos por parte de los involucrados muestran que no hay un adecuado conocimiento formativo sobre la adecuación de la bodega para el almacenamiento de los insumos alimenticios, lo que demuestra que el producto se encuentra en peligro de contaminación. Es recomendable que se realice la adecuación de la bodega solventando lo que este ocasionando el deterioro al producto, y para esta adecuación existen leyes, normas, estrategias, manuales, entre otros.

## **Palabras clave**

Bodega, almacenamiento, despacho, producto

## **Abstract**

At the national level, the public Educational Units receive the food input from the Ministry of Education, which is received, stored, and distributed to each of the students, as they are perishable products, the warehouse must be adequate in accordance with the ARCSA Agency regulations. National Regulation, Control and Sanitary Surveillance that specifies the conditions that the food input needs to avoid possible deterioration or damage. The objective of this research is to analyze the storage and what is its incidence in the dispatch of food supplies. With this purpose, the research question is the following: How does storage affect the dispatch of food supplies in the Mariano Aguilera Educational Unit? In this way, an analysis has been reached where the Educational Unit must reach a stricter responsibility, to prevent further deterioration of the product. The research question is answered through surveys of internal and external clients, and an interview that was carried out with the highest authority of the educational establishment, the results obtained by those involved show that there is no adequate formative knowledge about the adequacy of the warehouse for the storage of food supplies, which shows that the product is in danger of contamination. It is recommended that the adaptation of the warehouse be carried out, solving what is causing the deterioration of the product, and for this adaptation there are laws, regulations, strategies, manuals, among others.

## **Keywords**

Warehouse, storage, dispatch, product



## **Introducción**

Según Serrano (2019) manifiesta que la logística se define como una parte de la cadena de suministros encargada de planificar, gestionar y controlar el flujo y almacenamiento de los bienes, servicios y la información generada, desde el punto de origen del producto hasta el punto de consumo, con el objetivo de satisfacer la cadena de los consumidores.

Escudero (2014) considera que una correcta estructura de las áreas del almacén ayuda a optimizar de manera eficientemente los procesos, al ordenar el espacio para las mercancías se realiza de modo fluido y eficaz la distribución, para que esta pueda ser entregada en perfectas condiciones al consumidor final; la mercancía debe ser depositada en un lugar específico, para lograr ser almacenada hasta el momento de su despacho o expedición; en la zona de almacenamiento la mercancía se clasifica según la resistencia, tamaño, configuración, y el origen y destino, para que esta pueda ser ubicada en el piso, en estanterías o en instalaciones complejas.

Para Pérez (2014), el área de almacenaje debe ser solo para ese único fin, el cual estará apto para el almacenamiento de las mercancías que maneje cada empresa, organización, establecimientos, entre otros, con la finalidad de que no ocurra el deterioro de la mercancía; cada producto o mercancía contienen diferentes características, es por ello que las instalaciones del almacén deben estar adecuadas para el producto que se requiera almacenar.

Según Ballou (2008), las buenas prácticas de almacenamiento ayudan a identificar a través de procedimientos las condiciones aptas para el almacenamiento de productos perecederos o no perecederos, con el objetivo de garantizar la calidad e inocuidad de los productos.

En la actualidad la Unidad Educativa Mariano Aguilera consta con una bodega improvisada por el cual el área de bodega se ha visto afectado con problemas como la



mala distribución del espacio del almacenamiento, no disponen con zonas definidas de vías de tránsito dentro del almacenamiento como las rutas óptimas, al igual que no cuentan dentro del almacén con una área de identificación de preparación de pedidos y el lugar donde se puedan almacenar los desechos como: cartones y plásticos, dentro del almacenamiento los productos carecen de letreros con identificación del producto, existen materiales (libros, pupitres) no aptos para ser almacenados con estos insumos alimenticios.

Haciendo referencias a la distribución esta incluye la administración de pedidos, el apoyo informativo, los canales de distribución, las decisiones de sobre la distribución física y la ubicación de los almacenes y de la producción, es algo complejos ya que incluye una serie de factores estrechamente relacionados entre sí. (Santos, 2018). La distribución tiene como objetivo situar los productos o servicios a disposición de los consumidores finales, para ello se planifica, desarrolla y coordina un conjunto de acciones y actividades, para satisfacer deseos y necesidades de los clientes. (Molinillo, 2002.)

## **Metodología**

En este trabajo utilizará una perspectiva mixta. Se utilizará el enfoque cualitativo debido a que la investigación se realizará la recolección, datos mediante la observación y la entrevista para llegar a la deducción e identificación de la problemática en el almacenamiento y su efecto en la distribución. También se utilizará el enfoque cuantitativo mediante la utilización de la encuesta permitiendo así la medición de datos numéricos, los que ayudaran a establecer y analizar con métodos estadísticos para saber con exactitud los porcentajes e índices del problema.

### **Tipos de Investigación**

#### **Exploratoria**



Así mismo mediante el tipo de investigación exploratorio se podrá obtener un primer acercamiento, se estudiará un problema que no está claramente definido, pero sin proporcionar resultados concluyentes, se indagara y conocerá al inicio de este trabajo y la situación actual y se identificara las variables más, mediante la observación directa que facilitaron la identificación de la problemática e información que nos proporcionó la Institución.

#### Descriptivo

A través de la investigación descriptiva se estudiará las características de la población y se facilitará la descripción de los sucesos que ha venido atravesando el almacenamiento y su distribución mediante la interpretación de los datos recolectados.

#### Población

La investigación se está realizando dentro de un plantel educativo donde se obtiene dos tipos de poblaciones, la primera población es de maestros reflejando un total de 88 profesores, y la segunda población es de estudiantes obteniendo como resultado total de 2659 estudiantes; poniendo en consideración que la obtención de los datos se realizó a través de la secretaría de la Unidad Educativa Mariano Aguilera, cuyos datos son el total de las dos secciones matutina y vespertina.

#### Muestra de la población de docentes

Como parte de la muestra de la población de maestros se identificó aquellas personas que son encargadas de la bodega y la distribución de insumos alimenticios dando un total de 22 personas, esto demuestra ser un muestreo no probabilístico por conveniencia; el cual ayudará a la recolección de información necesaria para la investigación.

#### Tabla 1

##### Muestra de la Población de Maestros

Ocupación Profesional Función en la Bodega	Cantidad



Profesores	Distribución de los insumos alimenticios en aulas	16
Inspectores	Control de la bodega	5
Conserjes	Control de la bodega	1
Total		22

Fuente: Unidad Educativa Mariano Aguilera

La muestra de la población estudiantil se realizó a través de la utilización de la fórmula del tamaño de la muestra donde dio como resultado 335 personas que ayudarán a la obtención de información.

$$n = \frac{Z^2 * N * P * Q}{E^2(N - 1) + Z^2 * P * Q}$$

$$n = \frac{1,96^2 * 2659 * 0,5 * 0,5}{0,05^2(2659 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = \frac{2553,7036}{7,6054}$$

$$n = 335$$

#### Técnicas e instrumentos

Medición de procesos. Es una técnica que ayuda a identificar la incidencia que existe entre las variables dependiente e independiente, la cual aporta con resultados de información numérica que ayuda a la sustentación para la presente investigación.

Ficha de observación. Este instrumento ayuda a detallar toda la observación directa que se realiza en la investigación, la ficha de observación es utilizada en la presente investigación, donde se detalla todas las características que sean visibles dentro de la bodega de insumos alimenticios, ayuda a la obtención de información verídica y original.



Encuesta. La recolección de la información de este instrumento se realiza a través de un cuestionario de 10 preguntas cerradas, el cual responde a las interrogantes que se requiere investigar dentro de la bodega de insumos alimenticios, se busca la recopilación de datos porcentuales, los cuales serán representados de forma estadística, y después serán interpretados para su mejor apreciación, la obtención de estos datos se obtienen con la utilización de un cuestionario dirigido a las muestras de las poblaciones de la Unidad Educativa Mariano Aguilera.

Entrevista. Este instrumento sirve para la obtención necesaria de la información que ayuda a responder las diversas preguntas planteadas en la presente investigación, en la elaboración de las preguntas para la entrevista personalizada, se considera la utilización de 10 preguntas abiertas con designio a las variables independiente y dependiente.

Matriz de eficiencia de procesos- Indicadores. Esta herramienta es aplicada a través de los indicadores KPI y de coeficiente de correlación permitiendo la medición de las variables independiente y dependiente de la bodega de insumos alimenticios de la presente investigación generando como resultados datos numéricos.

### **Tabla 1**

*Descripción de variables de estudio*

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Unidad</b>
<b>Dependiente:</b> <b>Despacho</b>	Entregas Perfectas	$Valor = \frac{\text{Entregas perfectas}}{\text{T. pedidos entregados}}$	Porcentaje de medida
<b>Independiente:</b> <b>Almacenamiento</b>	Utilización	$Valor = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Capacidad instalada}}$	Porcentual

Fuente: Indicadores de Gestión Logística



## Resultados

Identificar los factores de almacenamiento afecta al despacho de los insumos alimenticios en la Unidad Educativa Mariano Aguilera

Se pudo identificar en el almacenamiento de la Unidad Educativa Mariano Aguilera, factores que causan el deterioro del insumo alimenticio, como factor principal se encontró la inadecuación de la bodega para el almacenamiento, la falta de medidas sanitarias, caducidad del insumo alimenticio, la presencia de contaminación física, química y biológica, todos estos ponen en riesgo la inocuidad y la calidad del insumo alimenticio, afectando completamente su despacho y en la salud de los consumidores.

**Tabla 3:**

*¿La bodega es utilizada específicamente para los insumos alimenticios?*

Válido		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
				válido	acumulado
Válido	Sí	10	45,5	45,5	45,5
	No	10	45,5	45,5	90,9
	Tal vez	2	9,1	9,1	100,0
	Total	22	100,0	100,0	

**Tabla 4:**

*¿Los productos alimenticios del periodo electivo 2020- 2021 se han caducado?*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
		válido	acumulado	

Válido	Sí	8	36,4	36,4	36,4
	No	14	63,6	63,6	100,0
	Total	22	100,0	100,0	

Fuente: Unidad Educativa Mariano Aguilera

Resultado Entrevista

**Tabla 5:**

Matriz de resultados de la entrevista

---

Aspectos importantes	Criterios del experto	Análisis
-------------------------	-----------------------	----------

---

¿Se ha generado un plan de distribución?	<p>De acuerdo con los resultados los expertos mencionan que existe un plan Sí, existe un plan de distribución, por lo tanto hace énfasis en la entrega eficiente del insumo al coordinador de alimenticio, que sí se lo aplica en la bodega de la Unidad Educativa Mariano Aguilera permitirá tener una mejor distribución del almacenamiento de insumos alimenticios.</p>
¿Cómo se genera el proceso de abastecimiento de la bodega?	<p>Al existir un cronograma para el abastecimiento del producto, la Unidad Educativa Mariano Aguilera deberá enfocarse en el tiempo de almacenamiento y despacho para no tener faltantes al momento de distribuirlo.</p>
¿Cree pertinente la restauración de la bodega?	<p>Considerando que es importante la restauración de la bodega para el almacenamiento de insumos de alimentación, busca darle solución a los inconvenientes que presenta la bodega para así evitar deterioros o pérdidas del insumo alimenticio.</p>

---

Con estos resultados se deduce que existe un control para las entradas y salidas del producto que es almacenado y despachado. Del mismo modo se analiza que se debe inspeccionar las condiciones en las cuales se recibe los cartones de insumo alimenticio, previniendo de cualquier factor que pueda provocar el deterioro del producto

La comisión de alimentación realiza el adecentamiento es decir poner decente la bodega. Lo cual no asegura si el adecentamiento es el correcto, analizando que es un producto perecedero se debe tener mucho en cuenta los químicos que se vaya a utilizar para la higiene de la bodega, es bodega donde ingresa decir que estos no afecte al insumo alimenticio, como parte de la higiene también involucra mucho en cómo es almacenado el producto y el estado en el que se encuentra la bodega

El control para el ingreso lo realiza la comisión designada

¿Cómo realizan el control del insumo por la Unidad alimenticio que Educativa la misma ingresa y sale de la que realiza la bodega? verificación con los listados de productos que llegan

La comisión de alimentación realiza el adecentamiento es decir poner decente la bodega. Lo cual no asegura si el adecentamiento es el correcto, analizando que es un producto perecedero se debe tener mucho en cuenta los químicos que se vaya a utilizar para la higiene de la bodega, es bodega donde ingresa decir que estos no afecte al insumo alimenticio, como parte de la higiene también involucra mucho en cómo es almacenado el producto y el estado en el que se encuentra la bodega

¿Cómo realizan el control de la higiene en la bodega?



¿Cuál es el estado actual de la bodega para el almacenamiento de insumo alimenticio? No tenemos una bodega establecida, por lo que se utiliza una aula de clases que nos sirve de apoyo de estos insumos

Al ser una bodega provisional que almacena insumos alimenticios, también debe adecuarse para que los productos no se deterioren y esta siga funcionando de manera correcta.

¿Tiene conocimiento acerca de la adecuación de la bodega para el insumo alimenticio?

Claro que sí existe un conocimiento para la inconvenientes. En la Unidad Educativa adecuación de la bodega para el almacenamiento del insumo alimenticio.

En el momento que ¿Cómo se realiza la llegan no permanecen inspección del más de 15 días en insumo alimenticio bodega, mediante la en la bodega? observación en la distribución.

Al tener 15 días de almacenamiento también se debe realizar una inspección del insumo alimenticio. Del mismo modo se analiza el almacenamiento de los insumos alimenticios que distribuye la Unidad Educativa Mariano Aguilera, y se llega a la conclusión que la bodega en el almacenamiento no es la adecuada, es por eso que hay diversas dificultades

¿Cómo es la distribución dentro Por secciones se de la bodega del distribuye estos producto sólido y insumos alimenticios líquido?

Al distribuir los insumos alimenticios por secciones evita que exista confusiones del producto a la hora de despacharlo

¿Cómo realizan la inspección del producto antes que salga de la bodega?

Revisando fecha de caducidad y buen estado del producto

La inspección del producto es muy fundamental evita posibles descontentos por parte de los consumidores.

Analizando el caso de la Unidad Educativa Mariano Aguilera influye mucho el almacenamiento que se realiza al insumo alimenticio pesé a que se encuentra dentro de la fecha de consumo, este puede verse afectado por las condiciones de almacenamiento.

---

Fuente: Unidad Educativa Mariano Aguilera

#### Tratamiento de indicadores

Nombre: Capacidad utilizada. Objetivo: Facilitar un control de la capacidad utilizada dentro del almacén para lograr una mejor utilización

$$Valor = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Capacidad máxima del recurso}}$$

**Tabla 6:**

Capacidad utilizada

FECHA	Capacidad utilizada	Nº	Capacidad		
			Periodicidad	máxima	del % recurso
10-agosto-20	1920	1	Mensual	2500	76,80%
13-noviembre-20	1953	2	Mensual	2500	78,12%
08-enero-20	1952	3	Mensual	2500	78,08%
	5825				77

Fuente: Unidad Educativa Mariano Aguilera

Según la información que brindo la Unidad Educativa Mariano Aguilera para el abastecimiento del insumo alimenticio del periodo electivo 2020-2021 se lo realiza a través de tres fases establecidas por el Ministerio de Educación a través de un cronograma. De acuerdo a los resultados la utilización de la capacidad oscilan en un 77.67%, esto quiere decir que un 33% restantes de 100% se encuentra disponible, la cantidad almacenada no sobrepasa el límite de almacenamiento.

Nombre: Entregas perfectas. Objetivo: Facilita el control de todos los pedidos que se entregan sin inconvenientes, también el conocer la eficiencia de los despachos efectuados.

$$Valor = \frac{\text{Pedidos entregados perfectos}}{\text{Total pedidos entregados}}$$

**Tabla 7:***Entregas perfectas*

FECHA	Cantidad productos distribuidos	Nº	Perocidad	Cantidad de insumos alimenticios	% entregados perfectos
				perfectos	
17-agosto-20	640	1	Diario	635	99,22%
18-agosto-20	640	2	Diario	625	97,66%
19-agosto-20	640	3	Diario	630	98,44%
16-noviembre-20	620	4	Diario	600	96,77%
17-noviembre-20	620	5	Diario	610	98,39%
18-noviembre-20	403	6	Diario	395	98,01%
19-noviembre-20	310	7	Diario	305	98,39%
11-ene-20	672	8	Diario	660	98,21%
12-ene-20	640	9	Diario	635	99,22%
13-ene-20	640	10	Diario	610	95,31%
5825				0,98	

Fuente: Unidad Educativa Mariano Aguilera

Los resultado indican que las entregas oscila en un 98% esto quiere decir que un 2% restante del 100% de las entregas no han sido registradas como devueltas, lo que significa que existe perdidas irreversibles actualmente en la Unidad Educativa ocasionando falencias en su área de entrega o despacho de los insumos alimenticios,

---

estos problemas se presentan debido a la inadecuación de la bodega para el almacenamiento, ausencia de métodos para la distribución, la falta de una capacitación o retroalimentación de su plan de distribución. La solución para estos inconvenientes es realizar la aplicación de métodos que permitan a la Unidad Educativa a mejorar su proceso de distribución, la misma que contenga información acerca de cómo solventar los errores que existen hasta la actualidad, o la utilización de un guía y la capacitación oportuna a los docentes encargados.

Correlación de Pearson

**Tabla 82:**

*Correlación de Pearson*

		Almacenamiento	Despacho
Almacenamiento	Correlación de Pearson	1	-,925
	Sig. (bilateral)		,249
	N	3	3
Despacho	Correlación de Pearson	-,925	1
	Sig. (bilateral)	,249	
	N	3	3

Fuente: Unidad Educativa Mariano Aguilera

---

Mediante la correlación de Pearson se puede determinar que la correlación es inversa, lo que significaría que mientras menos sea la capacidad utilizada de la bodega mayor será la eficiencia de entregas perfectas en el despacho.

## **Conclusiones**

Una correcta adecuación de la bodega permitirá que el proceso de almacenamiento sea apto para el insumo, así se evitara que el producto sufra daños o deterioros, también mantendrá su calidad e inocuidad, pero lo más importante es que distribuirá productos alimenticios inocuos salvaguardando la salud de los consumidores.

Las capacitaciones a los encargados son de suma importancia debido a que a través de ella se obtiene una profunda compresión teórica y práctica de cómo realizar la adecuación de la bodega para el almacenamiento asegurando una distribución inocua del insumo alimenticio.

La adecuación de la bodega para el almacenamiento del insumo alimenticio permite que la Unidad Educativa se vea beneficiada debido a que podrá solucionar de manera eficiente todos los inconvenientes presentados, y evitara que siga deterioro del insumo alimenticio, logrando salvaguardar la salud de los consumidores al distribuir productos alimenticios inocuos.

## **Bibliografía**

Ballou , R. (27 de Febrero de 2008). *StuDocu*. Obtenido de StuDocu:  
<https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-tecnologica-nacional/curso-superior-en-logistica-y-supply-chain-management/resumenes/almacen-de-alimentos-secos-refrigerados-y-congelados/5081739/view>

Escudero Serrano, M. J. (2019). *Logística de Almacenamiento* (2da ed.). España: Paraninfo.

- Molinillo, S. (2002.). *distribucion comercial aplicada* . Madrid : ESIC.
- Pérez, M. (2014). *Almacenamiento de materiales*. Barcelona: Marge Books.
- Santos, E. D. (2018). *gestion de la distribucion comercial* . Madrid: ediciones Diaz de Saantos.
- Serrano Cobos , M. R. (2014). MF1005\_3- Optimización de la cadena Logística. En M. R. Serrano Cobos, *MF1005\_3- Optimización de la cadena Logística* (5ta ed., pág. 219). España: ELEARNING S.L.



**Efecto de dos métodos térmicos sobre las características fisicoquímicas del pulverizado del frutipan (*Artocarpus Altilis*)**  
*Effect of two thermal methods on the physicochemical characteristics of pulverized breadfruit (*Artocarpus Altilis*)*

Encarnación Toala Erlyn Joshua<sup>1</sup>

Ing. Morejón Ruiz Andrea Silvana, M.Sc.<sup>2</sup>



0000-0002-5599-5733

<sup>1</sup> Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador [Erlynencarnaciontoala@tsachila.edu.ec](mailto:Erlynencarnaciontoala@tsachila.edu.ec)

<sup>2</sup> Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador [andreamorejon@tsachila.edu.ec](mailto:andreamorejon@tsachila.edu.ec)

**Recepción:** 21 de octubre de 2022

**Aceptación:** 30 de noviembre de 2022

**Publicación:** 28 de diciembre de 2022

**Citación/como citar este artículo:** Encarnación, E. y Morejón, A. (2022). Efecto de dos métodos térmicos sobre las características fisicoquímicas del pulverizado del frutipan (*Artocarpus Altilis*). Ideas y Voces, 2(3), 18-36.



## **Resumen**

Se determinó el efecto de aplicar dos métodos térmicos sobre las características fisicoquímicas y bromatológicas del pulverizado de frutipán (*Artocarpus altilis*) con un nivel de maduración de cinco, se aplicó temperaturas de cocción de 65°C y escaldado a 80°C por un tiempo determinado de 6 minutos y se procedió al deshidratado 50°C por 24 horas, para la toma de datos se aplicó a un test estadístico de Shapiro-Wilks y de T-student, arrojando los siguientes resultados en referencia al mejor tratamiento (T2): 0.0147% acidez, granulometría 46.3%, 13.02% humedad y 0.1815% cenizas, cumpliendo con la norma INEN 616, por último, se le aplicó un rendimiento a cada uno de los tratamientos empleados.

## **Palabras clave**

Fisicoquímica, bromatológico, frutipán

## **Abstract**

The effect of applying two thermal methods on the physicochemical and bromatological characteristics of pulverized breadfruit (*Artocarpus altilis*) with a level of maturation of five was determined, cooking temperatures of 65°C and blanching at 80°C were applied for a determined time. 6 minutes and dehydrated at 50°C for 24 hours. For data collection, a Shapiro-Wilks and T-student statistical test was applied, yielding the following results in reference to the best treatment (T2): 0.0147 % acidity, granulometry 46.3%, 13.02% humidity and 0.1815% ash, complying with the INEN 616 standard, finally, a performance was applied to each of the treatments used.

## **Keywords**

Physicochemical, bromatological, breadfruit



## **Introducción**

El frutipán (*Artocarpus altilis*) es una fruta que procede del pacífico occidental y se caracteriza por ser un alimento de subsistencia, es decir, es básico como el arroz o el verde, debido que es fácil de cultivar y puede nacer en cualquier zona climática en el Ecuador (Guadarrama, 2010). Sin embargo, este alimento es más visto crecer cerca de ríos o esteros. Este árbol produce frutas de que suelen llegar a pesar entre uno y dos kilos de peso, cuando llega a su nivel de maduración esta fruta suele caer al suelo haciendo que esta se abra y puedan cosechar su semilla y dando paso para que pueda ser consumida (Martínez & Molina, 2019).

Según la investigación de (Quiñonez & Arias). Hace alusión que cultivar el frutipan puede minimizar los costos de producción del cultivo por los motivos de que no es necesario tener mayor inversión para sus procesos de desarrollo, ya que las plagas no suelen afectar al árbol dando que el árbol posee grandes cantidades de savia, lo cual hace que las plagas o malezas no se adhieran a esta planta para poder adsorber sus nutrientes.

El frutipan nos puede brindar grandes aportes de nutrientes dando que por cada 100g de alimento brinda 103 kcal calorías, 27g carbohidratos, 4.9g fibra, 0.2mg grasa, 29mg vitamina C y 409mg potasio (Monreal, 2018), El frutipan a pesar de él gran valor nutricional es muy poco consumido a nivel nacional, por ende no es producido por los agricultores en ciertas partes del país y esto ocasiona que sean talados los árboles y sustituidos por otras plantas que tiene una mayor venta en el mercado, No obstante en la ciudad Manabí es donde tiene un mayor consumo esta fruta, pero en las zonas de la sierra su consumo y cultivo no son vistos (Eldiario.ec, 2018).

## **Metodología**

**Ubicación y duración.** El presente trabajo se realizó en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas en el Instituto Superior Tecnológico “Tsáchilas” en el Av. Los Anturios en el laboratorio de química y la planta de procesos.



## **Enfoque**

La metodología de este estudio es sistematizado, estandarizado y controlable, por lo que estuvo directamente relacionado con dos métodos de investigación, se supo: en el método cualitativo se utilizó las técnicas inductivas, permitiendo revisar investigaciones similares, del cual se obtuvo una comprensión general, donde se propuso hipótesis que se probaron experimentalmente; por otra parte se utilizó técnicas deductivas que involucraron métodos cuantitativos, esto permitió el análisis de estudios en relación la parte experimental, permitiendo revisar datos analíticos de laboratorio, del cual se realizaron comparaciones con los resultados obtenidos en este estudio.

## **Modalidad de la investigación**

El alcance de la investigación fue de tipo experimental, en donde se consistió en realizar análisis fisicoquímicos que fueron: pH, acidez y granulometría, en el caso de los análisis bromatológicos se aplicaron cenizas y humedad hacia un pulverizado de frutipan que se le aplicó dos tratamientos térmicos, el cual se recopiló las informaciones más certeras y se le dio un estudio a su seguimiento.

## **Nivel o tipo de investigación**

**Exploratoria.** Se estudió la información de los análisis fisicoquímicos y bromatológicos hacia el pulverizado de frutipan por dos métodos térmicos, las cuales aún no han sido estudiados, por lo tanto, se dio un acercamiento para que en un futuro se dé una investigación más detallada. Para esto se utilizó informaciones preliminares procedentes de investigaciones, de similares índoles, que permitió realizar comparaciones con los resultados obtenidos en la experimentación a nivel de laboratorio, la cual se le dio una mejor interpretación a los resultados que se obtuvieron.

**Descriptiva.** Es aquella que nos permitió demostrar los datos finales obtenidos en cada uno de los análisis fisicoquímicos y bromatológicos, que se le aplicó al pulverizado de frutipan



mediante tablas e ilustraciones.

### Técnicas e instrumentos de recolección de la información

**Técnicas de laboratorio.** Se obtuvo los pulverizados de frutipan utilizando dos métodos térmicos (cocción y escaldado). Una vez obtenidos los pulverizados, estos fueron caracterizados fisicoquímicamente mediante análisis de pH, acidez y granulometría para después proceder con la caracterización bromatológica donde se efectuaron pruebas de cenizas y humedad

**Observación.** Para controlar el proceso experimental desde un principio se utilizó fichas de observación para recolectar datos de cada uno de los cambios o anomalías que estuvieron presentes desde la aplicación de los métodos térmicos hasta su parte analítica.

### Procesamiento de datos

El proceso de datos a obtener en la experimentación se lo realizo mediante el programa de Excel, en cual se le aplicarán las pruebas estadísticas de Shapiro-Wilks, T-student y U de Mann Whitney, mediante el programa de statgraphic donde consiste en el análisis de datos, gratificación, manipulación de datos, etc.

### Operacionalización de las variables

A continuación, se detalla el procedimiento mediante el cual se convirtió en operativa las variables. Por tanto, cada variable tiene una característica observable y medible, con lo cual se pueda construir un registro de datos.

*Tabla 2-1. Operacionalización de las variables independientes.*

VARIABLES INDEPENDIENTES:	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADOR	INSTRUMEN
ES	TO		
Métodos térmicos para la obtención del pulverizado	Técnicas para la obtención del pulverizado de frutipan	Escaldado Cocción	Revisión bibliográfica

Tabla 2-2. Operacionalización de las variables dependientes

VARIABLES DEPENDIENTES	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO
	Grado de alcalinidad o pH-acidez del pulverizado del frutipan según el térmico aplicado.	Concentración de iones hidrógeno	Potenciómetro
Fisicoquímicas	Porcentaje de ácidos orgánicos presentes en los pulverizados del frutipan según el método térmico aplicado.	% de acidez	Proceso de titulación
	Tamaño de las partículas presentes en los pulverizados del frutipan según el método térmico aplicado.	Granulometría	Tamiz eléctrico
Bromatológicos	Contenido total de minerales y materia orgánica en los cenizas pulverizados del frutipan según el método térmico aplicado.	Cenizas	Mufla
	Porcentaje de humedad del pulverizado del frutipan	% de humedad	



	según el método térmico aplicado.	Estufa-termo balanza
Rendimiento	Proporción del porcentaje del producto final-producto    % inicial.	Balanza

### Diseño experimental

A los datos obtenidos se les aplica el test estadístico de Shapiro-Wilks para comprobar si la distribución de los mismos es normal, de ser así se procederá con el test estadístico de T-student. De darse lo contrario con la prueba de normalidad ( $\text{sig} < 0,05$ ) se procederá con la alternativa no paramétrica U de Mann Whitney.

Esto permitirá determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de los resultados fisicoquímicos y bromatológicos de las muestras.

A cada tratamiento térmico se le aplica un tiempo estándar de 6 minutos.

T1: cocción 65°C

T2: escaldado 80°C

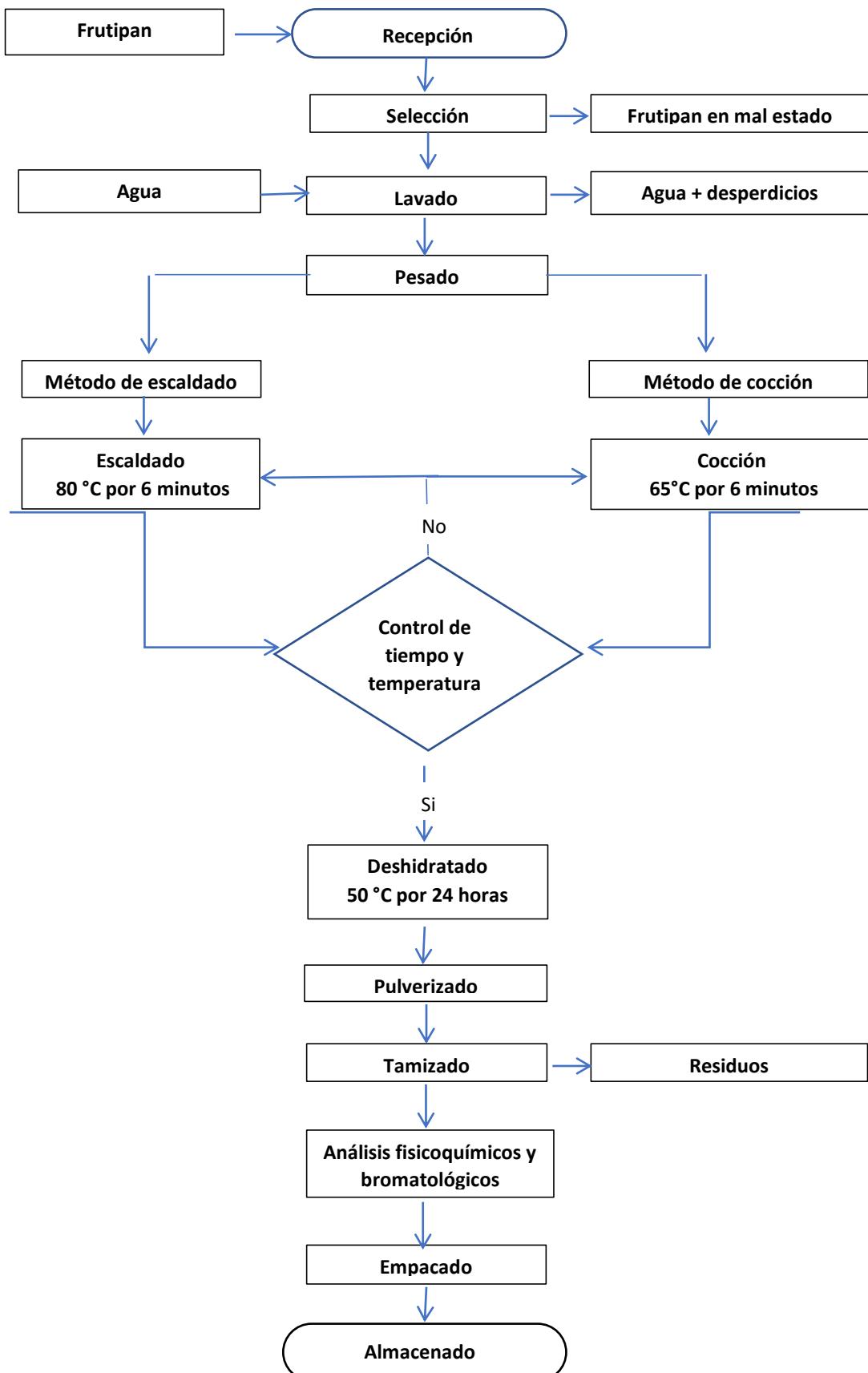
A: 6 minutos

*Tabla 2-3: tratamientos y repetición aplicados para el desarrollo del pulverizado de frutipan*

Tratamientos	Repetición
T1	T1xA
T2	T2xA

## Manejo específico del experimento

Diagrama de flujo



## Descripción del diagrama de flujo

- **Recepción:** Ingresa el frutipan, en el cual se debe reunir ciertos requisitos de calidad (sin daño mecánico, sin presencias de insectos y sin cortes).
- **Selección:** Seleccionar la materia prima que cumpla los estándares de calidad y desechar la que no cumpla.
- **Lavado:** Se lava el frutipan adecuadamente con el fin de eliminar residuos o materias orgánicas que altere el proceso de la elaboración del pulverizado de frutipan.
- **Pesado:** Se realizará un pesado del frutipan una vez que se haya lavado, para saber su cantidad a usar y poder realizar el rendimiento una vez ya finalizado.
- **Métodos térmicos:**
  - **Método de escaldado:** Al frutipan se aplica las temperaturas de 80 ° C por un tiempo exacto de 6 minutos.
  - **Método de cocción:** Se aplica las temperaturas de 65 °C por un tiempo exacto de 6 minutos.
- **Deshidratado:** Se colocará rodajas finas de frutipan en mallas que estén envueltas de papel aluminio, luego se las colocará en la maquina deshidratadora, donde se aplicará una temperatura de 50 °C por 24 horas.
- **Pulverizado:** Con la obtención del deshidratado del frutipan se procede a la molienda para la obtención del pulverizado.
- **Tamizado:** Cuando se haya pulverizado el frutipan, se deberá pasar por una tamizadora, para así eliminar los residuos que no se lograron pulverizar con totalidad.
- **Análisis:** Después de ser tamizado el frutipan se deben realizar los análisis fisicoquímicos los cuales son el pH, % de acidez, granulometría y los análisis bromatológicos que son cenizas y humedad.



- **Empacado:** Se empaca respectivamente el pulverizado del frutipan una vez ya hecho sus respectivos análisis
- **Almacenado:** El almacenamiento se lo realiza a temperatura ambiente que no sobrepase los 30 °C, donde no tenga presencia de luz solar.

### **Descripción de análisis**

Para el desarrollo de esta investigación se aplicaron dos tipos de análisis hacia el pulverizado del frutipan en el cual son el análisis fisicoquímico donde se aplicarán el estudio del pH, acidez, granulometría y para el análisis bromatológico fue de porcentaje de humedad y ceniza.

### **Análisis fisicoquímicos**

Los análisis fisicoquímicos que se desarrollaron para caracterizar el producto fueron: pH, acidez y granulometría.

- **pH:** se procedió a pesar 10g de cada uno de los tratamientos para después ser disuelta en 90ml de agua, luego de la disolución se tomaron 3ml de muestra el cual pasaron por el electrodo del potenciómetro, para así obtener su valor.
- **Acidez:** de la misma disolución anterior se usó 3ml de la primera y segunda muestra de pulverizado, donde después se le agregó de 3 gotas de fenolftaleína al 0,1%, luego mediante la ayuda de una bureta que contenía hidróxido de sodio se le echo las gotas hasta que tenga una coloración rosada. Luego se usó una fórmula para saber su nivel de acidez.

$$\text{acidez} = \frac{(B)(N)(K) \times 100}{W}$$

**B:** NaOH consumido en la titulación (mL).

**N:** normalidad del NaOH (0,1N).

**K:** constante de acidez del ácido predominante del frutipan= 0,049.

**W:** peso o volumen de la muestra (mL).



- **Granulometría:** para la realización de este análisis se usó la maquina tamizadora con lo sobrante de las dos muestras de pulverizado y se los aplico en las mallas #60 y #80, en el cual una vez realizado esto se retiró cada uno de la mallas con las cantidades de sobrantes, para pesar respectivamente las muestras que sobro en las mallas y después detallarlo mediante una tabla que describió la curva de granulometría.

### **Análisis bromatológico:**

Los análisis bromatológicos que se desarrollaron para caracterizar el producto fueron: cenizas y humedad.

- **Cenizas:** para el estudio de este análisis se usó 3g de la primera y segunda muestra de pulverizado para después ser llevada a la mufla por una temperatura de 500 °C por una duración de 5 horas, en cual después pasado el tiempo se tomaron los pesos y luego se le aplicó la siguiente fórmula para conocer su determinación de ceniza.

#### **Porcentaje de ceniza en base húmeda**

$$\%C_{bh} = \frac{m3 - m1}{m2 - m1} \times 100\%$$

#### **Porcentaje de ceniza en base seca**

$$\% C_{bs} = \frac{\% C_{bh}}{1 - \frac{\% H}{100\%}}$$

**M1:** Masa del crisol vacío

**M2:** Masa del crisol más muestra

**M3:** Masa del crisol más ceniza

**M4:** Masa del crisol más muestra calcinada

**H:** Humedad

**Cbs:** Ceniza base seca

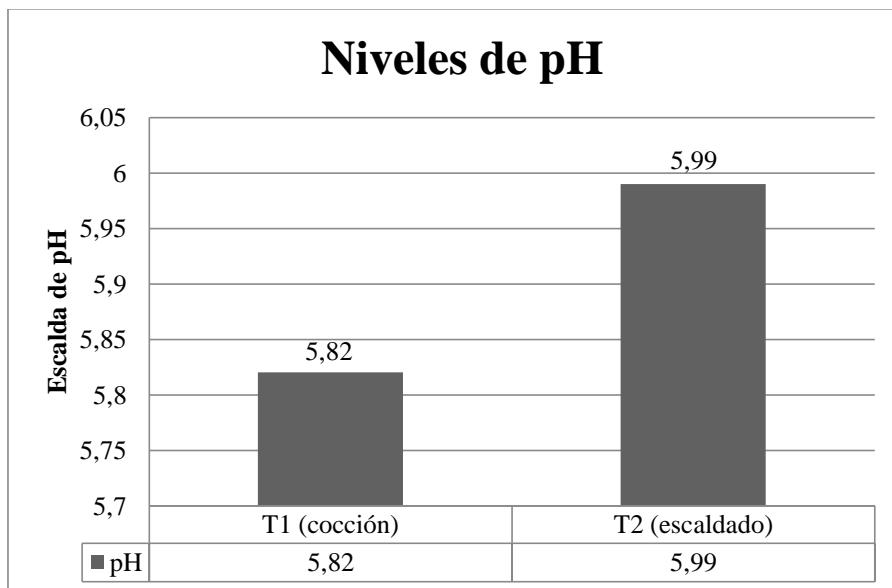
**Cbh:** Ceniza base húmeda



- **% de humedad:** para esta parte se usó la máquina de termo balanza a una temperatura de 105 °C, donde se utilizaron 4g de la primera y segunda muestra de pulverizado por 20 minutos y después tomar el valor que reflejo la máquina, ya que da directamente el porcentaje de humedad de cada de las muestras.

## Resultados

### Resultados de pH



*Figura 1.1: Resultados del análisis de pH*

En los dos tratamientos estudiados, no se encontró diferencia significativa ( $0.1505 < 0.05$ ) por lo que se recomienda utilizar cualquier tratamiento para evaluar el pH del pulverizado de frutipan. Con respecto a las réplicas no se encontró diferencia significativa ( $0.4471 < 0.005$ ) lo que nos indica que fueron muy bien realizadas.

Los niveles de pH que dieron como resultado hacia un pulverizado de frutipan que se le aplicaron dos métodos térmicos fueron entre 5 y 6 % de pH en cual están dentro de la norma INEN 616, donde se detalla que está más que esencial para su venta, pero en la monografía de los autores Elsy Duarte, Yaritza Corrales y Zenayda Cano (2017) hablan sobre la elaboración de haría de fruta de pan al cual le aplican métodos de conservación con cadenas de frío, donde demuestran en los análisis que realizaron fue de un pH de 3,

por lo tanto nos detalla que da niveles de pH bajo ya que posiblemente no hayan aplicado unos métodos térmicos antes de su deshidratación, haciendo que les dé niveles de pH bajos.

## Resultados de acidez

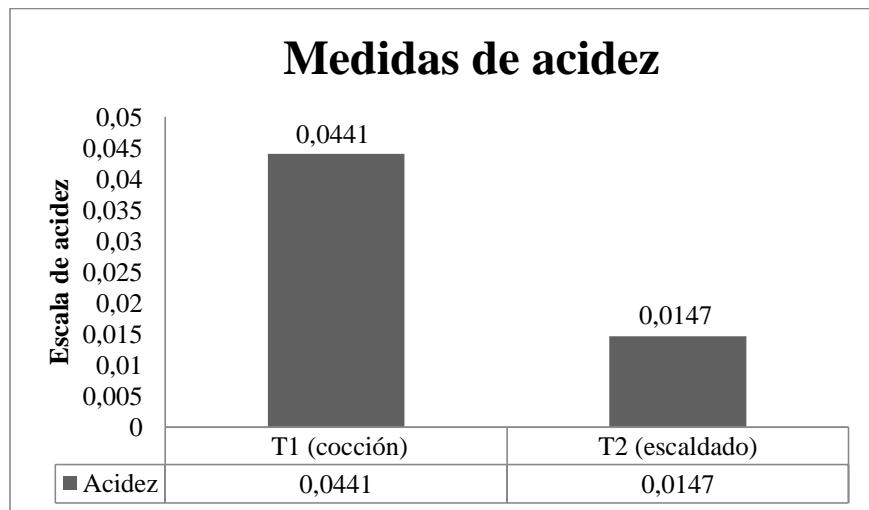


Figura 1-1: Resultados del análisis de acidez

En los dos tratamientos estudiados, no se encontró diferencia significativa ( $0.4701 < 0.05$ ) por lo que se recomienda utilizar cualquier tratamiento para evaluar la acidez del pulverizado de frutipan. Con respecto a las réplicas no se encontró diferencia significativa ( $0.5399 < 0.005$ ) lo que nos indica que fueron muy bien realizadas.

Se logra visualizar que las muestras están dentro de la norma INEN 616, en donde detalla que el nivel máximo de acidez en las harinas es de 0.2%, pero al contrario de la tesis de Jerónimo Llama (2014), que hace una extracción del pulverizado de frutipan en la elaboración de galletas, muestra que le da una nivel de acidez elevado de 1.84%, llegando a pasar el límite permitido en la norma INEN 616, pudiendo que uno de esos motivos sea de que no haya aplicado un tratamiento previo de su deshidratado.

## Resultados de humedad

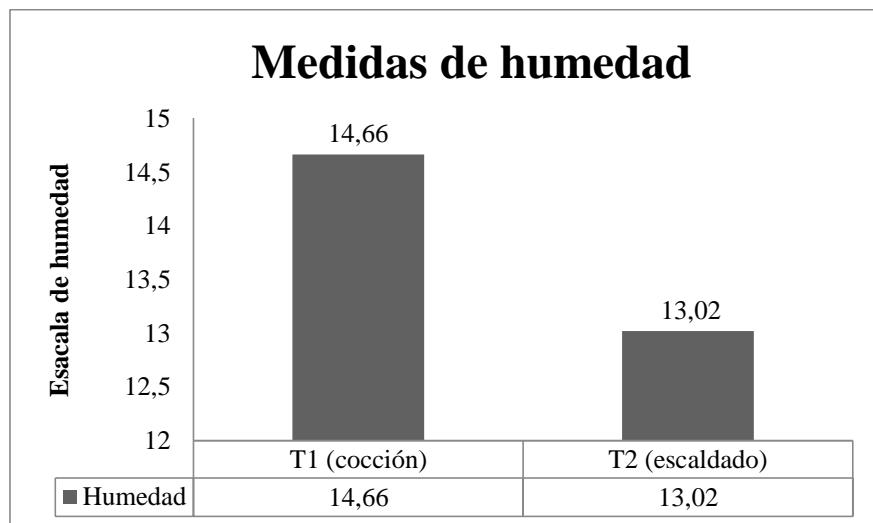


Figura 2-3: Resultados del análisis de humedad

En los dos tratamientos estudiados, no se encontró diferencia significativa ( $0.4627 < 0.05$ ) por lo que se recomienda utilizar cualquier tratamiento para evaluar la humedad del pulverizado de frutipan. Con respecto a las réplicas no se encontró diferencia significativa ( $0.4187 < 0.005$ ) lo que nos indica que fueron muy bien realizadas.

El análisis de humedad demuestra que está en una variación de 13% y 14%, pero en la T1xB se muestra que tiene un 14.66% de humedad, dando que esta es la única muestra que sobre pasa lo permitido en la norma INEN 616, ya que en la normativa detalla de que el máximo porcentaje que puede tener es de 14.5% de esta, por lo cual no sería óptima para su producción e industrialización de la misma, donde esta no tendría una duración de vida al momento de su almacenamiento.

## Resultados de acidez

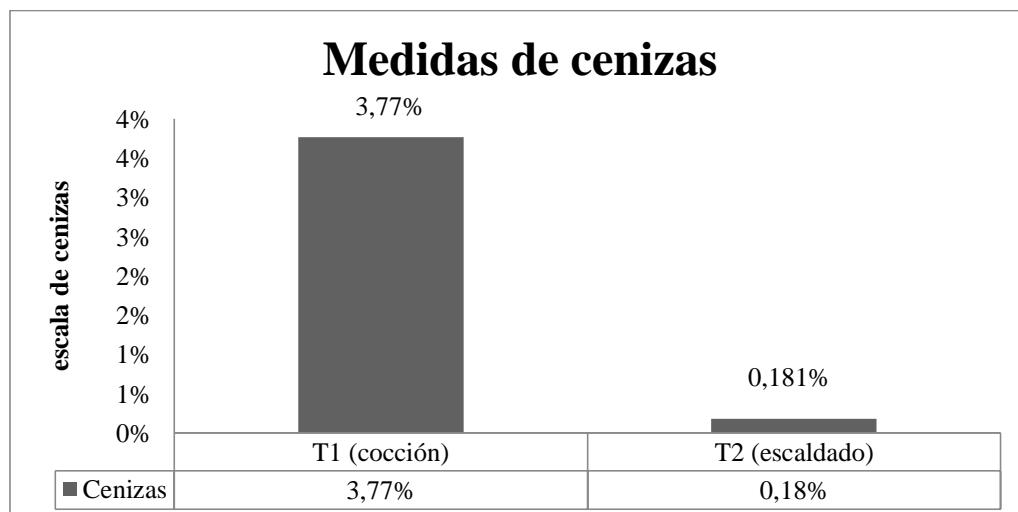


Figura 2-4. Resultados del análisis de cenizas.

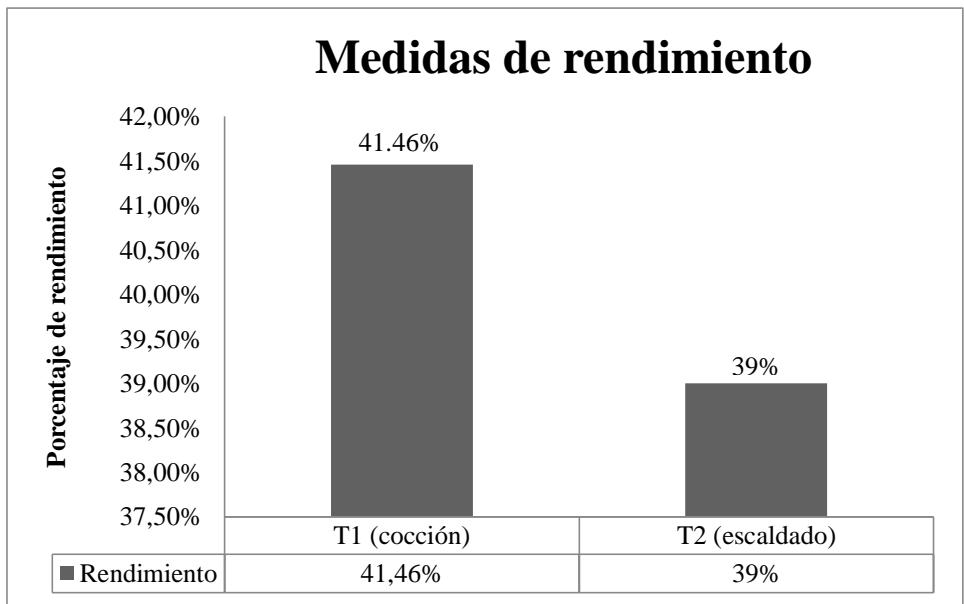
En los dos tratamientos estudiados, no se encontró diferencia significativa ( $0.5014 < 0.05$ ) por lo que se recomienda utilizar cualquier tratamiento para evaluar las cenizas del pulverizado de frutipan. Con respecto a las réplicas no se encontró diferencia significativa ( $0.4994 < 0.005$ ) lo que nos indica que fueron muy bien realizadas.

### 2.1.1. Rendimiento

Tabla 4. Resultados del rendimiento del pulverizado de frutipan aplicado un método térmico de cocción y escaldado.

Tratamiento	Rendimiento
T1xA	41.46%
T2xA	39%

Fuente: (Encarnación, 2022).



*Figura 2-5: Resultado del rendimiento en el método de escaldado*

La muestra T1xA contiene un 41.46%, la cual se muestra como es la que presento un mayor rendimiento de los demás tratamientos, por lo tanto en comparación con la tesis de Stoletniy Ivanna (2013), explica como aplica el rendimiento hacia un pulverizado de harina, en el cual le dan resultados de 40% al 55% dando que este trigo paso por un tratamiento previo de secado, logrando que no contenga agua antes de su pulverizado, pero en la base de resultados de acidez le refleja un nivel muy alto, dando que se sobre pase en lo establecido de la norma INEN 616.

### Conclusiones

Se estableció los métodos térmicos(cocción-escaldado) previo al deshidratado y pulverizado de frutipan, con los siguientes tratamientos: T1xA (cocción 65°C) T2xA (escaldado 80°C) con un tiempo estándar de 6 minutos

El mejor tratamiento fue el T2xA ya que este una determinación en sus análisis de humedad un resultado de 13.02% y de cenizas un 0.1815%, dando como una conclusión de que al presentar un nivel de humedad baja es complicada de que los microorganismos se desarrolleen, también que su almacenamiento tenga un largo periodo de vida, lo cual en

sus residuos inorgánicos que sobraron de las cenizas son los óptimos en las harinas, ya que es lo que detalla la norma INEN 616

En la determinación del rendimiento se logró observar como de las cuatro muestras del pulverizado de frutipan tienen grandes variaciones en su resultado, los cuales se vio como la muestra T1xA (65 °C por 6 minutos), dio un rendimiento de 41.46%, en conclusión, se puede decir que es bueno aplicar un tratamiento térmico previo a la deshidratación del frutipan, ya que este logra aplicar una mayor retención de nutrientes como: las proteínas, grasas, fibras entre otros.

## Bibliografía

- Candel, M. (30 de Enero de 2016). *Tunien.es.* Obtenido de <http://www.tuinen.es/seleccion-de-plantas/el-frutipan-el-fruto-de-la-esperanza>
- Daud, Z., Sari, A., Kassim, A., Mohd Aripin, A., Awang, H., Zainuri, M., & Hatta, M. (2013). Chemical Composition and Morphological of Cocoa Pod Husks and Cassava Peels for Pulp and Paper Production. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(9): 406-411.
- Davila, D. (2017). *DEUSTO SALUD.* Obtenido de <https://www.deustosalud.com/blog/dietetica-nutricion/que-son-caracteristicas-bromatologicas-alimentos>
- DL, S. R., & DM., O. G. (2014). Obtención y caracterización de pectina a partir de la cascarilla de cacao del Theobroma cacao Lsubproducto de una industria chocolatera nacional. . *Universidad Tecnológica de Pereira Escuela de química.*
- Duarte, E., Corrales, Y., & Cano, Z. Elaboración de harina de fruta de pan (*Artocarpus Altifilis*), aplicando métodos de conservación como alternativa de desarrollo agroindustrial, en la región Atlántica de Nicaragua.



<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6724/1/240094.pdf>

. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua.

Eldiario.ec. (14 de Abril de 2018). *El Diario*. Obtenido de

<https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/468994-la-fruta-de-pan-es-manjar-montuvio/>

FAO. (11 de Julio de 1987). *fao.org*. Obtenido de

<https://www.fao.org/3/x5055s/x5055S00.htm#Contents>

Frutipan. (3 de Febrero de 2017). *Lucuadora.Online*. Obtenido de

<https://licuadora.online/frutipan>

Fuentes, K. (2012). *Desarrollo de nuevos productos gastronómicos a base de frutipan que permita*. Quito:

<http://45.184.226.39/bitstream/123456789/81/1/FRUTIPAN.pdf>.

Guadarrama, A. (25 de Marzo de 2010). *The Gourmet Journal*. Obtenido de

<https://www.thegourmetjournal.com/a-fondo/frutipan-el-exotico-fruto-con-sabor-a-pan/>

InfoAgro. (18 de Mayo de 2017). *infoAgro.com*. Obtenido de

[https://www.infoagro.com/documentos/parametros\\_control\\_calidad\\_fruta.asp](https://www.infoagro.com/documentos/parametros_control_calidad_fruta.asp)

Llama, J. hoja de quinua pulverizada en la elaboracion de galletas.

[http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4317/T033\\_44227422\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4317/T033_44227422_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", Huaraz.

Martínez, A., & Molina, J. Propuesta para la aplicación y difusión del frutipan (Artocarpus altilis) en diabéticos e hipertensos.

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/46779/1/BINGQ-GS-19P83.pdf>.

Universidad de Guayaquil, Guayaquil.



Mena, G. Análisis de tres indices de madurez del fruto pan para el aprovechamiento de sus semillas en la elaboracion de snack.

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5876/1/03%20EIA%20415%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>. Universidad Tecnica del Norte, Ibarra.

Méndez, L., Rivas, E., & Rosales, L. (2011). *Modelo de empresa procesadora de cacao para la obtención de productos con mayor valor agregado*. Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Mestanza, S., & Quiroz, J. (2010). *Establecimiento Y Manejo De Una Plantacion De Cac* s.l. 19 p.: INIAP Archivo Historico.

Monreal, Á. (24 de Octubre de 2018). *La Vanguardia*. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/comer/frutas/20181024/452518591456/fruta-del-pan-frutas-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>

Monreal, Á. (24 de Noviembre de 2018). *LAVANGUARDIA*. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/comer/frutas/20181024/452518591456/fruta-del-pan-frutas-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>

Njoku, V. O., Ayuk, A. A., & Ejike, E. E. (2011). Cocoa pod husk as a low cost biosorbent for the removal of Pb(II) and Cu(II)from aqueous solutions. *C.E, & Bello, O. S.*, 5(2011),101-110.

Pilar, M., Fischer, G., & Corredor, G. (s.f.).

PRO-ECUADOR. (2015). Quito: ProEcuador.

Quiñoez, M., & Arias, T. Proceso de produccion y distribucion de harina de fruta de pan para el consumo familiar en la ciudad de milagro.

<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/183/1/T-ULVR-0083.pdf>.

Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil.

Ricaurte, P. (2021). *Utilización del extracto de las hojas del frutipan (Artocarpus altilis) en la elaboración de un gel cicatrizante para su industrialización*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos Universidad del Perú. Decana de América .

Sabelotodo. (11 de Agosto de 2018). *Sabeloto.org.* Obtenido de <http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/frutadepan.html>

Saltos, B. elaboracion de un helado a partir de fruta de pan con edulcorantes no caloricos. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51349/1/BINGQ-GS-20P73.pdf>.

Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeneria Química, Guayaquil.

Stoletniy, I. tamaño de gota, volumen de aplicacion y uso de adyuvantes en la desposicion del pulverizado y el control de mancha amarilla causada por PYrenophora tritici-repentis en trigo.

<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/1863/1/0105st0.pdf>. Universidad de la República Facultad de Agornomía, Montevideo, Uruguay.

Vargas, P., Ciobotă, V., Salinas, W., Kampe, B., Aponte, P., Rösch, P., . . . Ramos. (2016). *Distinction of Ecuadorian varieties of fermented cocoa beans using Raman spectroscopy*. Food Chemistry 211:274-280.

Villegas, M. (6 de Noviembre de 2018). *Universidad Estatal Amazónica Departamento Ciencias de la Tierra.* Obtenido de <http://201.159.223.17/bitstream/123456789/700/1/T.AGROIN.B.UEA.0073.pdf>





**Efecto de enmiendas orgánicas-minerales sobre el crecimiento  
y rendimiento del fréjol (*Phaseolus vulgaris l.*)**

***Effect of organic-mineral amendments on the growth and yield of beans  
(*Phaseolus vulgaris l.*)***

Castro Delgado Noemí Isabel<sup>1</sup>

Ing. Cuenca Tinoco Anabel del Carmen, Mg.<sup>2</sup>



0000-0003-2766-1020

<sup>1</sup> Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador [noemytuflaquis97@hotmail.com](mailto:noemytuflaquis97@hotmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador [anabelcuenca@tsachila.edu.ec](mailto:anabelcuenca@tsachila.edu.ec)

**Recepción:** 21 de octubre de 2022

**Aceptación:** 30 de noviembre de 2022

**Publicación:** 28 de diciembre de 2022

**Citación/como citar este artículo:** Castro, N. y Cuenca, A. (2022). Efecto de enmiendas orgánicas-minerales sobre el crecimiento y rendimiento del fréjol (*Phaseolus vulgaris l.*). Ideas y Voces, 2(3), 37-59.



## **Resumen**

Las enmiendas orgánicas-minerales incrementan la productividad y mejora la calidad del cultivo. Esta investigación se realizó en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Los tratamientos fueron T1 humus + mashi, T2 humus + dolomita, T3 compost + mashi, T4 compost + dolomita, T5 gallinaza + mashi, T6 gallinaza + dolomita y los tratamientos testigos T7 químico y T8 absoluto. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) en arreglo factorial A x B + 2 con 8 tratamientos, tres repeticiones. Las variables registradas fueron longitud radical, área foliar, peso seco, % de eficiencia, tasa relativa de crecimiento (TRC), tasa de asimilación neta (TAN), tasa de crecimiento del cultivo (TCC), índice de área foliar (IAF), relación de área foliar (RAF) a los 0, 15, 30, 45, 60 días después de la siembra. Las enmiendas compost + dolomita, humus + dolomita, incrementaron un rendimiento en 30 y 28 % respectivamente, en relación a los tratamientos testigo. Las enmiendas a base de compost + dolomita, seguido de humus + dolomita también mostraron la mayor TRC, TAN, TCC, IAF, RAF a partir de los 15-30-45-60 días después de la siembra.

## **Palabras clave**

Enmiendas orgánicas-minerales, tratamiento testigo, área foliar

## **Abstract**

Organic-mineral amendments increase productivity and improve crop quality. This research was carried out in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas. The treatments were T1 humus + mashi, T2 humus + dolomite, T3 compost + mashi, T4 compost + dolomite, T5 chicken manure + mashi, T6 chicken manure + dolomite and the control treatments T7 chemical and T8 absolute. A Completely Random Block Design (DBCA) was used in factorial arrangement A x B + 2 with 8 treatments, three repetitions. The recorded variables were root length, leaf area, dry weight, % efficiency, relative growth rate (TRC), net assimilation rate (TAN), crop growth rate (TCC), leaf area index (IAF), leaf area ratio (RAF) at 0, 15, 30, 45, 60 days after sowing. The compost + dolomite, humus + dolomite amendments increased yield by 30 and 28 % respectively, in relation to the control treatments. The amendments based on compost + dolomite, followed by humus + dolomite also showed the highest TRC, TAN, TCC, IAF, RAF from 15-30-45-60 days after sowing.

## **Keywords**

Organic-mineral amendments, control treatment, leaf area



## Introducción

En las diferentes zonas de producción, el frejol (*Phaseolus vulgaris* L.), constituye la principal fuente de proteína (18 a 25%) para la población de menores recursos económicos; en Ecuador el consumo de fréjol es de 2.6 kg por año el cual es muy inferior al consumo de otros países del área andina como Bolivia, que ocupa el primer lugar con 10 kg. por persona año. Por ser las leguminosas un aporte muy importante de proteínas para la alimentación diaria se debe proporcionar mayor esfuerzo y atención a este cultivo, con el fin de aumentar la productividad y así disponer de un alto contenido proteínico a un bajo costo (Unigarro, 2013).

Para mejorar la calidad de los suelos y disminuir la degradación y contaminación; se viene utilizando la aplicación de enmiendas como el yeso agrícola, compost enriquecido con EM y el humus de lombriz, creando grandes expectativas en este campo debido a que, por su alto contenido de materia orgánica, microorganismos, bacterias y microelementos estos actúan sobre los cambios en la estabilidad estructural y aumentan la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos enmendados (Damián et al., 2018).

Los suelos degradados resultan de la acción de múltiples procesos que ocasionan la pérdida o disminución de la productividad y afectan sus propiedades físicas, químicas y biológicas. La agricultura conlleva distintos sistemas de manejo que producen cambios físicos de la estructura en particular, mediante la formación de compactaciones. La pérdida de nutrientes, salinización, acidificación y la contaminación por fertilizantes y herbicidas, son indicadores de procesos de degradación química que sufren los suelos como consecuencia de variadas prácticas agrícolas (Damián et al., 2018).

Las enmiendas y abonos orgánicos calientan el suelo lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes. También mejora la estructura y textura del suelo



haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. También permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste. Aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve y contribuye a mejorar el uso de agua para riego por la mayor absorción del terreno; además, disminuye la erosión ya sea por efectos del agua o del viento (Delgado, 2017).

La superficie de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), en Ecuador comprende 121 mil hectáreas, es un cultivo que aporta entre el 40 y 70% del ingreso familiar para el agricultor. El país consumía únicamente del 20% de la producción, mientras que el 80% restante se destinaba a la exportación hacia Colombia; actualmente el Gobierno ecuatoriano adquiere un 20% de la producción para sus programas de alimentación, lo que suma el 40% para el consumo nacional, (Ochoa, 2013). Las provincias que mayormente se dedican a la siembra y cosecha de esta leguminosa pertenece a la región Sierra, encontrándose este cultivo especialmente en las provincias de Carchi, Tungurahua, Imbabura, Loja, Pichincha y Azuay llegando a una altura que llega hasta los 2000 o 2,800 msnm, En la región Costa se destacan las provincias de Guayas y Los Ríos, y en la región Amazónica también presenta un 2% de la siembra de este cultivo. Este cultivo se ha adaptado a una alta variedad de clases de suelo, clima, manejo agronómico y sistemas de cultivos, ya sea como monocultivo o en asociaciones con otros cultivos, especialmente con maíz (45%) (Chuqui, 2017).

En la actualidad los suelos agrícolas, constituyen un valor vital de manejo y fertilización en el cultivo, para obtener una adecuada nutrición y producción. Ya que mediante la aplicación de enmiendas minerales y orgánicas permite el mejoramiento de los suelos con pH relativos para así alcanzar una excelente producción en dicho cultivo, al incrementar la fertilidad química aumenta la capacidad de intercambio catiónico y aniónico del suelo el exceso de cualquier elemento puede provocar bloqueos entre ellos



eso quiere decir que la planta puede dejar de absorber cualquier nutriente que exista en el suelo. Los suelos de Santo Domingo por lo general son considerados suelos ácidos y suelen presentar una baja disponibilidad de nutrientes, problema en el crecimiento radicular y esto conlleva una baja producción.

El fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los productos más importantes en la alimentación humana. Además, se encuentra ampliamente distribuido en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. El fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los productos más importantes en la alimentación humana. Además, se encuentra ampliamente distribuido en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. En la actualidad, la mayoría de las zonas aptas para la agricultura presentan problemas de salinización, ya sea por la condición natural del suelo o por acción antrópica.

El uso de enmiendas en el suelo, es necesaria para obtener altos rendimientos en las cosechas y con el abonamiento orgánico no siempre se logra obtenerlos, debido fundamentalmente a que los suelos de Santo Domingo son ácidos y, por lo general, deficientes en uno o más de los nutrientes esenciales para el crecimiento normal de las plantas. Los cultivos en las variedades de fríjol de elevado rendimiento intervienen paquetes tecnológicos que demanda el uso creciente de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, incrementando los costos de producción. La seguridad alimentaria de los pequeños productores se ve ampliamente afectada y comprometida por esa dependencia. El uso de abonos orgánicos es una alternativa que puede proveer beneficios ecológicos y económicos a los productores de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.); además, es una tecnología versátil y adaptable de interés particular para las familias agrícolas de pocos recursos.



## **3.1. Metodología**

### **3.1.1. Ubicación**

La investigación se realizó en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, parroquia Rio Verde y su ubicación geográfica es UTM X:699427.5 Y: 9966768.2.

### **3.1.2. Métodos y técnicas**

La investigación se realizó a campo abierto en donde los factores que se estudiaron fueron:

#### **3.1.2.1. Factor A (*Enmiendas orgánicas*)**

- Humus de lombriz ( $1 \text{ t ha}^{-1}$ )
- Compost ( $1 \text{ t ha}^{-1}$ )
- Gallinaza ( $1 \text{ t ha}^{-1}$ )

#### **3.1.2.2. Factor B (*Enmiendas minerales*)**

- Mashi ( $1 \text{ t ha}^{-1}$ )
- Dolomita ( $1 \text{ t ha}^{-1}$ )

Los tratamientos utilizados se describen en la siguiente Tabla 1.



**Tabla 1**

*Tratamientos utilizados para determinar el efecto de enmiendas orgánicas-minerales sobre el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*)*

Tratamientos	Simbología	Descripción
T1	HM	Humus + Mashi
T2	HD	Humus + Dolomita
T3	CM	Compost + Mashi
T4	CD	Compost + Dolomita
T5	GM	Gallinaza + Mashi
T6	GD	Gallinaza + Dolomita
T7	TQ	Testigo Químico (100 kg ha <sup>-1</sup> )
T8	TA	Testigo Absoluto

### **3.1.3. Diseño experimental**

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial A x B + 2 con 8 tratamientos, tres repeticiones y 24 unidades experimentales.

### **3.1.4. Unidad experimental**

La unidad experimental estuvo conformada de parcelas de 9 m<sup>2</sup> (3 x 3) donde los datos fueron registrados del centro de la parcela. A continuación, se muestra el esquema del ADEVA (Tabla 2).



**Tabla 2**

*Esquema de ADEVA utilizado para determinar el efecto de enmiendas orgánicas-minerales sobre el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)*

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos	7
E. orgánicas	2
E. minerales	1
E. orgánicas x minerales	2
Testigo químico vs Tratamientos	1
Testigo absoluto vs tratamientos	1
Repeticiones	2
Error experimental	14
Total	23

### 3.1.5. Variables respuestas

#### 3.1.5.1. Variables respuesta morfo-agronómicas

- **Altura de planta (cm):** Se realizó el primer registro de datos a los 15 días después de la siembra. Con ayuda de una cinta métrica se registró la altura de la planta desde la base del tallo hasta la altura del último trifolio.
- **Longitud de raíces (cm):** Se realizó al momento de la última cosecha, registrando el dato desde el nivel del cuello del tallo hasta el ápice de la masa radical con ayuda de una cinta métrica.
- **Número de vainas por planta:** Se registró al momento de la cosecha, contabilizando el total de vainas cosechadas por planta.
- **Peso de 100 vainas (g):** Se registró al momento de la última cosecha, donde se tomó al azar 100 vainas, a las cuales se les registró su peso mediante una balanza gramera.

- **Peso de 100 granos (g):** Se registró al momento de la última cosecha, donde se escogió al azar 100 granos a los cuales se les registrará su peso con una balanza gramera.
- **Rendimiento de granos por planta (g):** Se determinó los datos con el total de granos acumulados durante las cosechas realizadas con el apoyo de una balanza gramera.

### **3.1.5.2. Variables respuesta de crecimiento**

Las variables de crecimiento se determinaron a los 0, 15, 30, 45, 60 días después de la emergencia del cultivo

- Tasa relativa de crecimiento  $(l_n P_2 - l_n P_1) / (T_2 - T_1) = g \text{ g}^{-1} \text{ día}^{-1}$
- Tasa de crecimiento del cultivo  $1/(AS) * [(P_2 - P_1)/(T_2 - T_1)] = g \text{ cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$
- Tasa de asimilación neta  $[(P_2 - P_1)/(T_2 - T_1)] * [(l_n AF_2 - l_n AF_1)/(AF_2 - AF_1)] = g \text{ cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$
- Índice de área foliar  $[(AF_2 + AF_1)/2] * (1/AS)$
- Relación de área foliar  $[(AF_1/P_1) + (AF_2/P_2)]/2 = \text{cm}^{-2} * \text{peso}^{-1}$

Donde:

**I<sub>n</sub>** = logaritmo natural

**P<sub>1</sub>** = peso inicial

**P<sub>2</sub>** = peso final

**T<sub>1</sub>** = tiempo inicial

**T<sub>2</sub>** = tiempo final

**AF<sub>1</sub>** = área foliar inicial

**AF<sub>2</sub>** = área foliar final

**AS** = área del suelo

- **Peso seco:** Se realizó la toma de datos sometiendo las plantas colectadas al azar de las unidades experimentales a secado por 72 horas a 70°C.



- **Área foliar:** Se realizó la toma de datos con la técnica del sacabocado, donde se extraerán los cuadrantes con un área y peso conocido, luego se relacionan el área de cuadrantes con su peso y el peso total de las hojas de las plantas para obtener el área foliar de la planta en cm<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>, con la ayuda de una balanza gramera.
- **Rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>)** =  $\frac{Pa(100-Ha)}{(100-Hd)} \times \frac{1000 \text{ m}^2}{\text{área útil m}^2}$

### 3.1.6. Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ADEVA) y la separación de medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error. Además, se realizarán análisis de correlación y regresión.

### 3.1.7. Manejo específico del experimento

Se inició con la limpieza del área localizada de 32m x 12m, luego se balizó el área experimental, se realizó la respectiva remoción del suelo mediante un arado, se incorporó enmiendas orgánicas-minerales a los 6 tratamientos para mejorar el crecimiento y rendimiento del frejol (*Phaseolus vulgaris L.*). Se clasificó las semillas viables para realizar la siembra. Se aplicó el riego a todo el ensayo dependiendo de las necesidades del cultivo. El registro de datos se realizó a los 15, 30, 45 y 60 días. El control de malezas y plagas y enfermedades del cultivo, se realizó cuando el cultivo lo requería.

## 3.2. Resultados

### 3.2.1. Altura de planta, longitud de masa radical, peso seco radical

La aplicación de enmiendas orgánica y minerales no influenció ( $p=0.8550$ ) en la altura de la planta, pero si influenció significativamente ( $p=0.0005$ ) en la longitud de masa radical, donde el tratamiento Compost + Dolomita obtuvo el mayor valor con 21.11 cm,



en comparación al tratamiento testigo absoluto que alcanzó 18.57 cm de longitud de masa y en el caso del testigo químico, este alcanzó 20.33 cm manteniéndose por debajo de los tratamientos con Dolomita y superando a los demás tratamientos. Así mismo influenció significativamente para el peso seco radical, el tratamiento Humus + Dolomita con un valor de 2.11 g, en relación al testigo absoluto que alcanzó 1.10 g y el testigo químico que obtuvo un peso de 1.51 g, al igual que la variable anterior todos los tratamientos con Dolomita fueron superiores a los testigos (Tabla 3), esto podría indicar que la longitud de la masa radical y el peso seco radical está influenciada por la aplicación de la Dolomita.

**Tabla 3**

*Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales sobre la altura de la planta, longitud de masa y peso seco radical en el crecimiento y rendimiento del frejol.*

<b>Enmiendas</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>Longitud de masa radical (cm)</b>	<b>Peso seco radical (g)</b>
Humus + Mashi	23,22	19,67 bc	1,35 ab
Humus + Dolomita	24,22	21,15 ab	2,11 a
Compost + Mashi	24,44	19,34 bc	1,19 b
Compost + Dolomita	24,89	22,11 a	1,79 ab
Gallinaza + Mashi	25,00	20,22 abc	1,26 b
Gallinaza + Dolomita	25,22	20,90 ab	1,59 ab
Testigo Químico	25,55	20,33 abc	1,51 ab
Testigo Absoluto	25,89	18,57 c	1,10 b
C.V. %	8,75	3,34	18,31
p-valor ANOVA	0,8550 <sup>NS</sup>	0,00005**	0,0071**

CV: Coeficiente de variación; NS: No significativa; \*\*: Altamente significativa

Lo anterior es posible que se deba a que la nutrición de cultivos es un eje central en la producción agrícola. Sin embargo, en ocasiones las adiciones de fertilizantes no corresponden a las condiciones edáficas del área de cultivo, ni a los requerimientos por parte de la planta; este inadecuado manejo de la fertilidad degrada el suelo, disminuye el rendimiento y aumenta los costos de producción. Una alternativa para conservar los

suelos, es la aplicación de enmiendas orgánicas, las cuales aumentan la disponibilidad de nutrientes y dan lugar a la recuperación de suelos, (Bautista et al., 2017).

### **3.2.2. Peso seco y área foliar**

El peso seco fue influenciado significativamente ( $p=0.0260$ ) por los tratamientos de enmiendas probados, donde la enmienda a base de compost + dolomita alcanzó el mayor rendimiento de grano con 31.90 g, seguido por el humus + dolomita 30.45 g, esto en relación al tratamiento absoluto que tan solo alcanzó 22.11 g (Tabla 4) y el en caso del testigo químico este alcanzó el 24.69 g manteniéndose por debajo de los tratamientos con dolomita y gallinaza + mashi; las enmiendas humus + mashi, compost + mashi se mantienen por debajo del testigo químico y el testigo absoluto.

El área foliar fue significativamente ( $p=0.0114$ ) por el tratamiento Compost + Dolomita alcanzó un porcentaje sumamente mayor en el área foliar con  $1919.10 \text{ cm}^2$ , a relación al tratamiento absoluto que alcanzó 964.48 en  $\text{cm}^2$ , el testigo químico se mantiene por debajo de las aplicaciones de dolomita con 1636.74. Según, Calva y Espinoza (2017) en su investigación observan que la utilización de dolomita produjo la mayor cantidad de biomasa, cuando la biomasa se homogeniza a un mismo porcentaje de humedad con el secado se observa que la mejor respuesta continuó obteniéndose con la utilización de dolomita.



**Tabla 4**

*Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales sobre peso seco y área foliar, longitud de masa y peso seco radical en el crecimiento y rendimiento del frejol.*

Enmiendas	Peso seco (g)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
Humus + Mashi	25,04 ab	1186,31 ab
Humus + Dolomita	30,45 ab	1733,32 ab
Compost + Mashi	24,56 ab	1353,52 ab
Compost + Dolomita	31,90 a	1919,10 a
Gallinaza + Mashi	25,82 ab	1186,72 ab
Gallinaza + Dolomita	28,25 ab	1665,68 ab
Testigo Químico	24,69 ab	1636,74 ab
Testigo Absoluto	22,11 b	964,48 b
C.V. %	11,79	19,32
p-valor ANOVA	0,0260 *	0,0114*

CV: Coeficiente de variación; \*: Significativa

### 3.2.3. Número de vainas planta<sup>-1</sup>, peso de 100 vainas y peso de 100 granos

Como se muestra en la Tabla 5, fue altamente significativa ( $p=0.0001$ ) en los tratamientos probados. El compost y la dolomita tuvieron presentaron 14.42 vainas planta<sup>-1</sup>, seguido humus + dolomita con 13.33 y en peso de 100 granos fue altamente ( $p=0.0001$ ) significativo con el tratamiento humus + dolomita 70.00 g, seguido de compost + dolomita con 68.33, en el testigo químico se obtuvo 65.00 g, mismo que está por debajo de compost + dolomita, humus+ dolomita. El peso de las 100 vainas fue significativo ( $p=0.027$ ) por el tratamiento humus + dolomita 259.33 g. Con relación del testigo absoluto con 228.33, el testigo químico se mantiene por debajo de las aplicaciones por la dolomita. Los anteriores resultados no coinciden con lo afirmado por Pupiales (2008), donde el número de vainas por planta y peso de granos no vario entre los

tratamientos orgánicos e inorgánicos, pero si concuerda que los menores valores en vainas por planta se obtuvieron con el tratamiento testigo sin fertilización orgánica e inorgánica.

**Tabla 5**

*Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales sobre número de vainas planta<sup>-1</sup> y Peso de 100 vainas (g), Peso de 100 granos (g) en el crecimiento y rendimiento del frijol.*

Enmiendas	Nº de vainas planta <sup>-1</sup>	Peso de 100 vainas (g)	Peso de 100 granos (g)
Humus + Mashi	10,78 cd	243,33 ab	63,33 ab
Humus + Dolomita	13,33 ab	259,33 a	70,00 a
Compost + Mashi	11,22 bcd	235,00 ab	61,67 ab
Compost + Dolomita	14,42 a	256,67 ab	68,33 a
Gallinaza + Mashi	12,45 abc	243,33 ab	58,33 bc
Gallinaza + Dolomita	12,33 abc	243,33 ab	61,67 ab
Testigo Químico	12,44 abc	253,33 ab	65,00 ab
Testigo Absoluto	9,78 d	228,33 b	50,00 c
C.V. %	6,12	4,14	4,68
p-valor ANOVA	0,0001**	0,027*	0,0001**

CV: Coeficiente de variación; \*: Significativa; \*\*: Altamente significativa

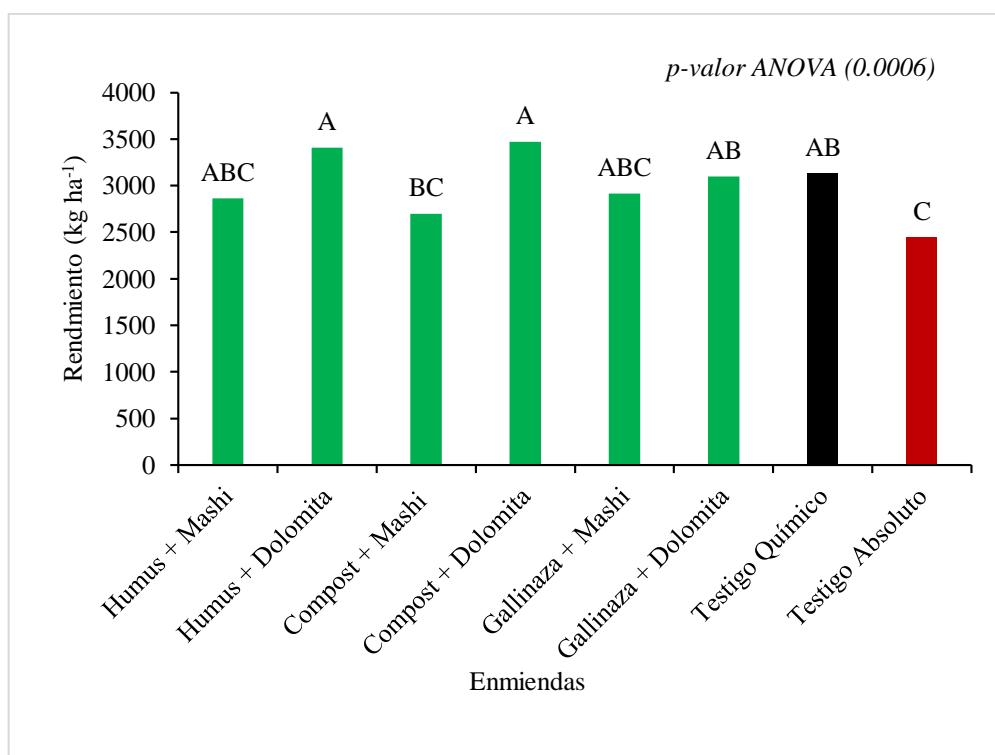
### 3.2.4. Rendimiento del grano

El rendimiento de grano fue influenciado significativamente ( $p=0.0006$ ) por los tratamientos de enmiendas probados (Figura 1), donde las enmiendas a base de humus + dolomita y compost + dolomita alcanzaron el mayor rendimiento de grano con 3407 y 3473 kg ha<sup>-1</sup> de grano, esto en relación al testigo absoluto que tan solo alcanzó 2444 kg ha<sup>-1</sup> de granos (Figura 1). Las enmiendas compost + mashi, gallinaza + mashi, humus + mashi y el testigo químico alcanzaron rendimiento promedio de 2700, 2917, 2863 y 3133 kg ha<sup>-1</sup> de granos, respectivamente. En orden creciente las enmiendas compost + dolomita, humus + dolomita, testigo químico, gallinaza + dolomita, gallinaza + mashi,

humus + mashi y compost + mashi, incrementaron en rendimiento en 30, 28, 22, 21, 16, 15 y 10%, respectivamente, en relación a los tratamientos testigo. En este sentido concuerda con lo expuesto por Tosquy et al., (2008) indican que, con la aplicación de la dolomita en diferentes variedades de fréjol, obtuvieron el rendimiento de grano mayor y fueron estadísticamente superiores al resto, incluidos los testigos que fueron los menos productivos.

**Figura 1**

*Influencia de la aplicación de enmiendas orgánicas y minerales en el rendimiento de grano.*



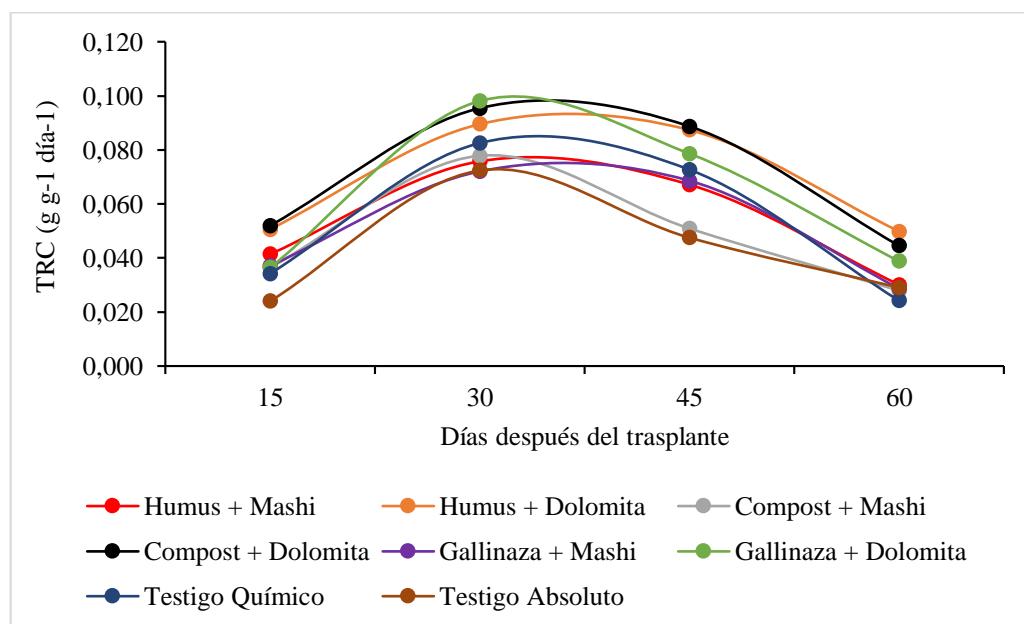
### 3.2.5. Tasa relativa de crecimiento

En la Figura 2, muestra que a los 15 días después de la siembra las enmiendas compost + dolomita y humus + dolomita alcanzaron la mayor tasa relativa de crecimiento con 0.052 y 0.051 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, a los 30 días se obtuvo una mayor tasa relativa de crecimiento en gallinaza + dolomita y compost + dolomita con 0.098 y 0.095 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, a los 45 días

se obtuvo una mayor tasa relativa de crecimiento compost + Dolomita y humus + dolomita con 0.089 y 0.087 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, la menor tasa relativa de crecimiento fue el testigo absoluto 0.048 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. A los 60 días se obtuvo una mayor tasa relativa de crecimiento de humus + dolomita y compost + dolomita con 0.050 y 0.045 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Esto en relación al testigo absoluto que tan solo alcanzo a los 15 días 0.024 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, 30 días 0.072 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, 45 días 0.048 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> y a los 60 días 0.029 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. En caso del testigo químico este alcanzo 15, 30, 45,60 días un promedio de 0.034,0.083, 0.073 y 0.024 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

**Figura 2**

*Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales en la tasa relativa de crecimiento*



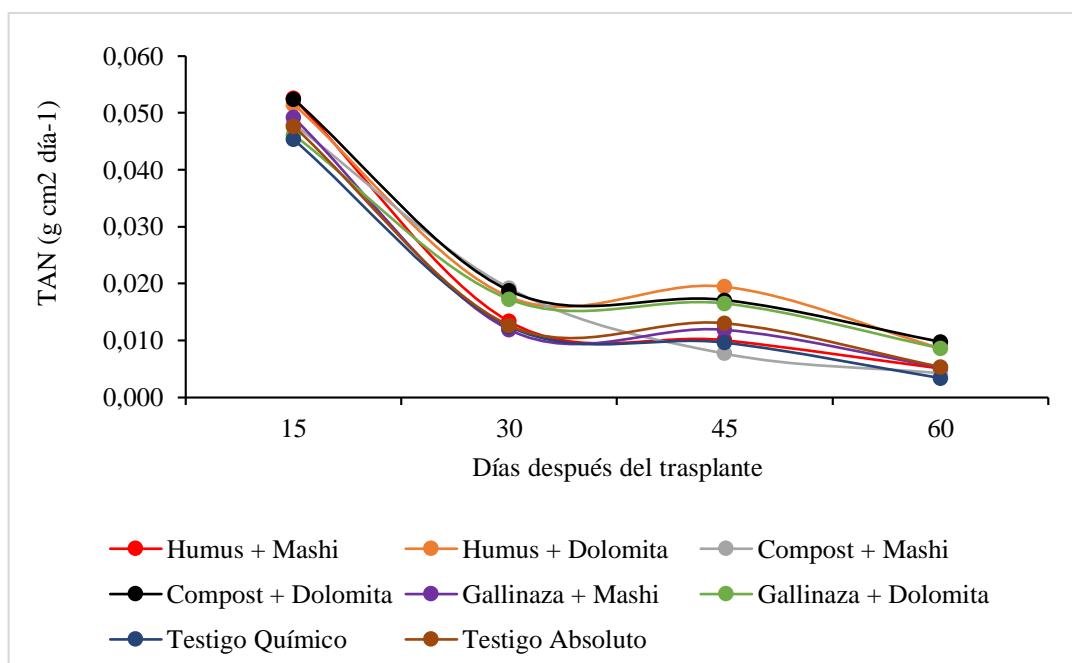
### 3.2.6. Tasa de asimilación neta

En la Figura 3, se muestra que a los 15 días después de la siembra las enmiendas a base de humus + mashi y compost + dolomita alcanzaron la mayor tasa de asimilación neta con 0.053 y 0.052 g cm<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>, seguido de humus + dolomita 0.051 g cm<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>, esto en relación al tratamiento químico y absoluto que tan solo alcanzaron 0.045 y 0.048 g cm<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>. Al día 30 se obtuvo una mayor tasa de asimilación neta con compost +mashi y

compost + dolomita de  $0.019 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$ , seguido del humus +dolomita  $0.018 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$ , la menor tasa de asimilación neta fue el testigo químico y gallinaza + mashi con un  $0.013 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$ , el día 45 se obtuvo una mayor tasa de asimilación neta de humus + dolomita y compost + dolomita con  $0.019$  y  $0.017 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$ , la menor tasa de asimilación neta fue compost + mashi  $0.008 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$ , seguido del testigo químico y absoluto con  $0.010$  y  $0.013 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$ . Al día 60 se obtuvo una mayor tasa de asimilación neta compost + dolomita, seguido del humus + dolomita y gallinaza + dolomita con  $0.010$  y  $0.009 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$ , mientras que el testigo químico, absoluto y compost + mashi obtuvimos una menor tasa de asimilación neta de  $0.003$ ,  $0.005$  y  $0.004 \text{ g cm}^2 \text{ día}^{-1}$ .

**Figura 3**

*Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales en la tasa de asimilación neta.*



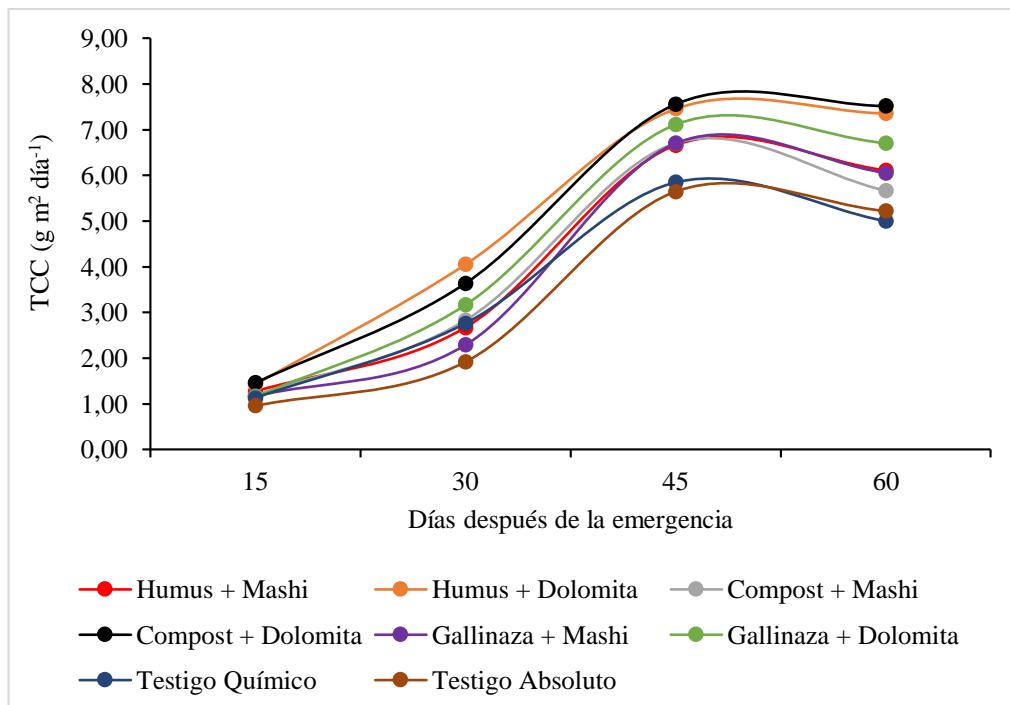
### 3.2.7. Tasa de crecimiento del cultivo

La Figura 4, muestra que a los 15 días después de la siembra las enmiendas a base de compost + dolomita y humus + dolomita alcanzaron el mayor crecimiento del cultivo con

1.46 y 1.43 g m<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>, esto en relación al tratamiento el menor valor fue el testigo absoluto, químico y gallinaza + dolomita 0.96, 1.13, y 1.15 g m<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>. Al día 30 se obtuvo el mayor crecimiento en el cultivo en los diferentes tratamientos compost +dolomita y humus + dolomita de 4.64 y 4.06 g m<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>, el tratamiento que presento la menor tasa de crecimiento en el cultivo fue el testigo absoluto y químico con 1.92 y 2.72 g m<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>. El día 45 se obtuvo una mayor tasa de crecimiento del cultivo con compost + dolomita y humus + dolomita con 7.56 y 7.46, el testigo absoluto y químico obtuvo la menor tasa de crecimiento en el cultivo 5.65 y 5.85 g m<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>. Al día 60 tenemos una mayor tasa de crecimiento del cultivo en los tratamientos compost + dolomita y humus + dolomita con 7.52 y 7.36 g m<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>, el testigo químico seguido del absoluto obtuvo una menor tasa de crecimiento del cultivo de 5.00 y 5.22 g m<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>

**Figura 4**

*Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales en la tasa de crecimiento del cultivo*

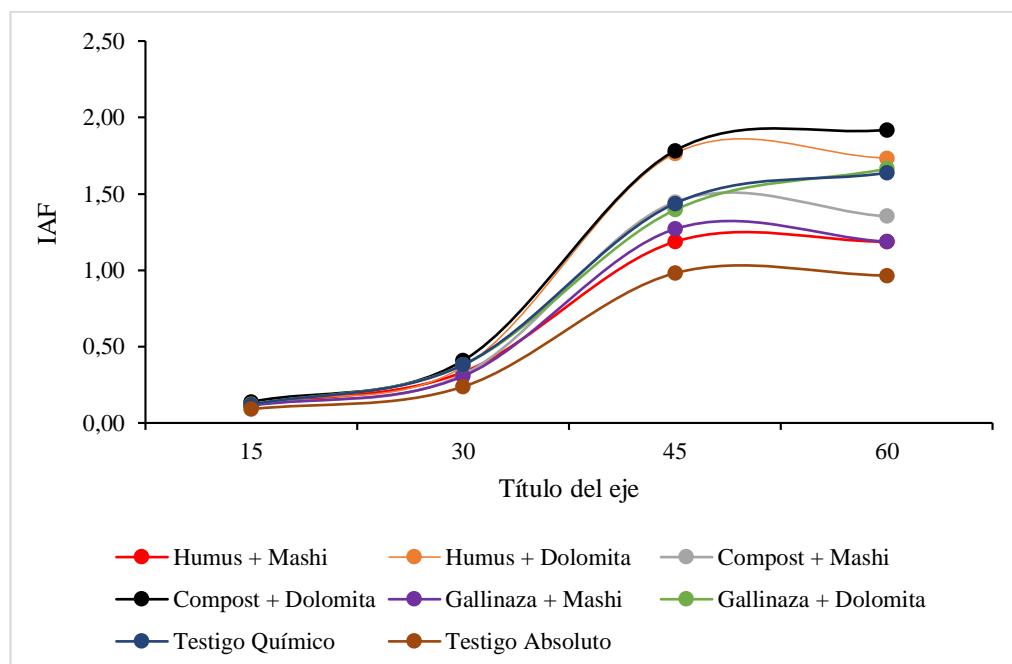


### 3.2.8. Índice de área foliar

La Figura 5, muestra que a los 15 días después de la siembra las enmiendas a base de compost + dolomita y humus + dolomita alcanzaron el mayor índice de área foliar con 0.14, seguido del compost + mashi, gallinaza + dolomita y testigo químico de 0.12, esto en relación al tratamiento testigo absoluto que obtuvo el menor valor 0.09. Al día 30 obtuvimos un alto nivel de compost +dolomita, seguido de la gallinaza + dolomita y testigo químico con un valor de 0.41 y 0.38 para los dos últimos, el más bajo fue el testigo absoluto 0.24. El día 45 obtuvimos un alto índice de área foliar con el tratamiento compost + dolomita y humus + dolomita con 1.78 y 1.76, siguiendo del compost + mashi y testigo químico 1.45 y 1.44, el menor resultado fue el testigo absoluto 0.98. Al día 60 tenemos un alto nivel de índice de área foliar en compost + dolomita y humus + dolomita con 1.92 y 1.73, seguido de la gallinaza + dolomita y testigo químico 1.67 y 1.64, el testigo absoluto obtuvo el menor índice de área foliar de 0.9.

**Figura 5**

*Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales en el Índice de área foliar*

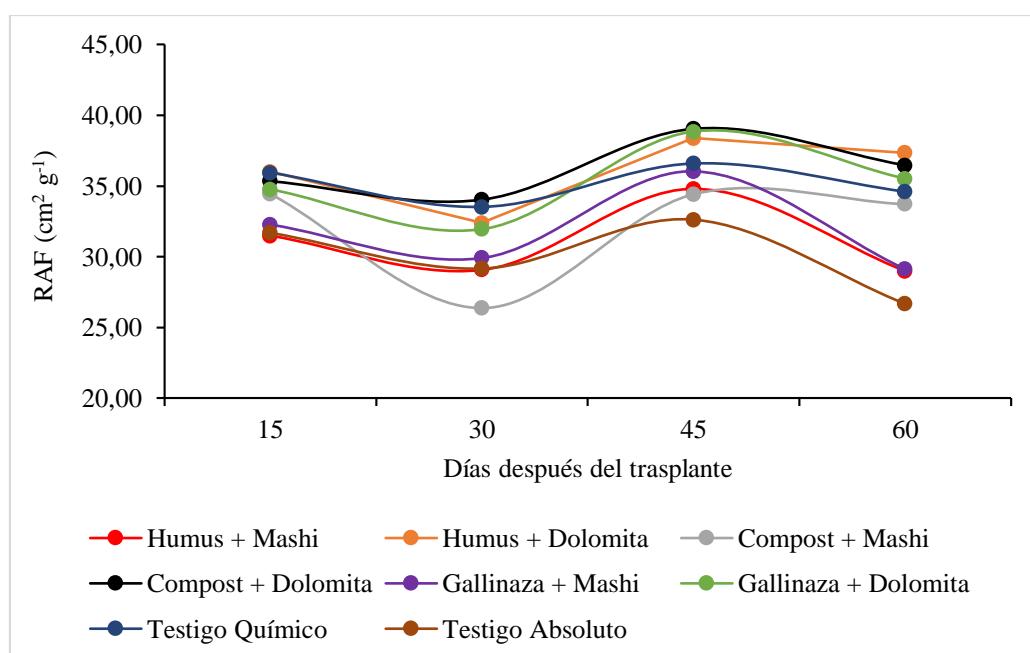


### 3.2.9. Relación de área foliar

La Figura 6, muestra que a los 15 días después de la siembra las enmiendas a base de humus + dolomita, testigo químico y compost + dolomita alcanzaron la mayor relación de área foliar con 36.01, 35.94 y 35.34  $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ , el valor menor fue el humus + mashi y el testigo absoluto con 31.49 y 31.69  $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ . Al día 30 relación de área foliar mostro sus niveles más altos compost +dolomita y testigo químico 34.04 y 33.53  $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ , el más bajo fue el compost + mashi 26.37  $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ , seguido del humus + mashi y el testigo absoluto con un valor de 29.08 y 29.17  $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ , el día 45 obtuvo una mayor relación de área foliar de compost + dolomita, gallinaza + dolomita, humus + dolomita y testigo químico con 39.05, 38.84, 38.38 y 36.59  $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ , el testigo absoluto apenas alcanzó 32.62  $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ . Al día 60 la relación de área foliar obtuvo el mayor valor el humus + dolomita y compost+ dolomita con 37.34 y 36.47  $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ , mientras que el testigo absoluto obtuvo un menor resultado 26.68  $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ .

**Figura 6**

*Influencia de la aplicación de enmiendas orgánica y minerales en la relación de área foliar*



Se manifiesta que en las Figura 1, 2, 3,4, 5 y 6, es importante resaltar que la adición de enmiendas orgánicas influye positivamente en las propiedades físicas de los suelos facilitando la penetración de raíces. La combinación del compost junto al fertilizante inorgánico mejoró significativamente las propiedades del suelo como el pH, acidez intercambiable, fósforo disponible, materia orgánica, así como las concentraciones de elementos nutritivos en plantas (Daza, 2014). La dosis de humus con mejores resultados en cuanto al rendimiento, componentes del rendimiento, Se describe al humus rico en enzimas y fitohormonas que regulan y estimulan el crecimiento de cada uno de sus órganos, posee macro y micro elementos en cantidades cinco veces superiores a la de cualquier terreno fértil, mejora las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, favorece la asimilación inmediata de los nutrientes minerales por las plantas, además de permitir la aireación, permeabilidad, retención de la humedad y disminución de la compactación del suelo (Pupiro et al., 2004).

Al aplicar la enmienda con dolomita ayuda a la mayor producción del número de flores, número de vainas, número total de granos y peso de granos incrementando así la producción del cultivo de frijol, (Gala, 2018). Para el cultivo del fréjol se estimaron incrementos significativos ( $p < 0.05$ ) en la altura de la planta del 23 %, 21 % en el ancho de la hoja, 67 % en el número de vainas y un 50 % en los rendimientos en granos con la aplicación de compost, (Gómez et al., 2008). En el peso de 100 granos existió diferencia significativa, las semillas del tratamiento con compost lograron mayor peso, con respecto al control. Mientras que la combinación de compost + micorriza tuvo mayor número de legumbres por planta; el tratamiento de fertilizante + compost + micorriza fue el que tuvo mayor número de granos por legumbre (Mejía, 2016).



### **3.3. Conclusiones**

- Las enmiendas orgánicas-minerales fueron efectivas promoviendo el crecimiento y rendimiento de la planta de fréjol. En orden creciente las enmiendas compost + dolomita, humus + dolomita, testigo químico, gallinaza + dolomita, gallinaza + mashi, humus + mashi y compost + mashi, incrementaron en rendimiento en 30, 28, 22, 21, 16, 15 y 10%, respectivamente, en relación a los tratamientos testigo.
- Las enmiendas orgánicas fueron influenciadas en su efecto por las enmiendas minerales siendo, la dolomita la que presento los mejores resultados como fue el caso del compost + dolomita y humus + dolomita, mostrando mayor efectividad sobre el crecimiento y rendimiento del fréjol.

### **3.4. Bibliografía**

- Bautista, D., Cavarro, C., Cáceres, J. y Buitagro, S. (2017). Efecto de la fertilización edáfica en el crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* cv. ICA Cerinza. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, XI(1), 122-132. Obtenido de file:///C:/Users/ANABEL/Downloads/Articulo%203.pdf
- Calva, C. y Espinosa, J. (2017). Efecto de la aplicación de cuatro materiales de encalado en control de la acidez de un suelo de Loreto, Orellana. *Siembra 4*, 110-120.
- Chuqui, D. (2017). Efecto del control de maleza y su impacto en la producción del cultivo del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.). Machala: Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias Carrera de Ingeniería Agronómica. Obtenido de [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11344/1/DE00006\\_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11344/1/DE00006_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf)

Damián, M., Gonzáles, F., Quiñones, P. y Terán, J. (2018). Plan de enmiendas, yeso agrícola, compost mejorado y enriquecido con EM y humus de lombriz, para mejorar el suelo. *Arandoa*, 141-158. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n1/a09v25n1.pdf>

Delgado, D. (2017). Aplicación de enmiendas orgánicas para la recuperación de propiedades físicas del suelo asociadas a la erosión hídrica. *Lámpsakos*(17), 77-82. Obtenido de file:///C:/Users/ANABEL/Downloads/Dialnet-AplicacionDeEnmiendasOrganicasParaLaRecuperacionDe-6124531.pdf

Gala, R. (2018). Efecto de enmiendas en un suelo ácido con cultivo de *Phaseolus vulgaris* L., variedad norteño - Satipo. Satipo: Facultad de Ciencias Agrarias. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4880/Ricse%20%20%20Gala.pdf?sequence=1>

Gómez, R., Lázaro, G. y León, J. (2008). Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Rhabanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. *Universidad y Ciencias Trópico Húmedo*, 11-20. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v24n1/v24n1a2.pdf>

Mejía, K. (2016). La fertilización mineral, orgánica y biológica sobre la producción de frijol común en Santa Rosa de Copán. *Ciencia y Tecnología*(19). Obtenido de file:///C:/Users/pc/Downloads/4280-Texto%20del%20art%C3%ADculo-14498-1-10-20170610.pdf

Ochoa, T. (2013). Cultivo de fréjol cuarenton en el Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3501/1/tesis%20final%20Emilio%20Ochoa%20T..pdf>



Pupiales, H., Pupiales, J. y Silva, A. (2008). Respuesta del frijol lima (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de abono orgánico a base de residuos sólidos de fique, tambo, departamento de Nariño, Colombia. *Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.*

Pupiro, A., Vilches, E., Núñez, E., Gómez, J., Báez y León. (2004). Efecto de humus de lombriz en el rendimiento y las principales plagas insectiles en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, XXV(1), 89-95. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230179015.pdf>

Tosquy, O., López, E., Zetina, R., Ugalde, F., Villar, B. y Cumplián, J. (2008). Selección de genotipos de frijol con adaptación a suelos ácidos. *Terra Latinoamericana*, 227-233. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v26n3/v26n3a4.pdf>

Unigarro. (2013). Cultivo de fréjol cuarenton en Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/463/8/T-UTB-FACIAG-AGR-000078.02.pdf>





# Caracterización de bloques de construcción mediante ensayos de flexión

*Characterization of building blocks by bending tests*

Lema Rivas Edgar Ignacio<sup>1</sup>

Mg. Luis Paúl Núñez Naranjo.<sup>2</sup>



0000-0002-6768-0341

<sup>1</sup> Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador [edgarlemarivas@tsachila.edu.ec](mailto:edgarlemarivas@tsachila.edu.ec)

<sup>2</sup> Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador [luisnunez@tsachila.edu.ec](mailto:luisnunez@tsachila.edu.ec)

**Recepción:** 21 de octubre de 2022

**Aceptación:** 30 de noviembre de 2022

**Publicación:** 28 de diciembre de 2022

**Citación/como citar este artículo:** Ávila, K. y Núñez, L. (2022). Caracterización de bloques de construcción mediante ensayos de flexión. Ideas y Voces, 2(3), 60-73.



## **Resumen**

El presente proyecto de investigación se lo ejecutó con la finalidad de establecer las características y propiedades básicas del material compuesto en función del tereftalato de polietileno conocido como PET, el mismo que será utilizado en la elaboración de bloques de construcción para contribuir con la reducción de aplicación de materiales contaminantes, y pueda favorecer al medioambiente, dándole un uso distinto en contraste a botarlo a la basura cuyos resultados son nefastos. Para poder ejecutar el presente trabajo investigativo, se empleó una metodología experimental, con la que se contrastó la hipótesis planteada, en un laboratorio respectivo que, para la ejecución de los ensayos se siguieron los procedimientos respectivos mediante la normativo NTE INEN 2554, poniéndose en marcha 15 probetas, las cuales tenían composiciones de PET del 20%, 40%, 60% y 80% respectivamente, en comparación con los bloques tradicionales. Los resultados hallados indicaron que los bloques con una composición del 40% del PET tendrían más carga y mayor resistencia a los ensayos de flexión.

## **Palabras clave**

Construcción, tereftalato, medio ambiente, contaminantes

## **Abstract**

This research project was carried out in order to establish the basic characteristics and properties of the composite material based on polyethylene terephthalate known as PET, the same that will be used in the production of building blocks to contribute to the reduction of application of polluting materials, and can favor the environment, giving it a different use in contrast to throwing it away whose results are disastrous. In order to carry out this investigative work, an experimental methodology was used, with which the proposed hypothesis was contrasted, in a respective laboratory that, for the execution of the tests, the respective procedures were followed through the NTE INEN 2554 regulations, starting up 15 test tubes, which had PET compositions of 20%, 40%, 60% and 80% respectively, compared to traditional blocks. The results found indicated that the blocks with a composition of 40% PET would have more load and greater resistance to bending tests.

## **Keywords**

Construction, terephthalate, environment, pollutants



### **1.1.1 Introducción**

La construcción, sin lugar a dudas, es uno de los grandes causantes del deterioro del medio ambiente, es entonces cuando observamos con preocupación, cómo se podría influir o aportar a mejorar las condiciones para los habitantes de la provincia y a su vez al país que carecen de una vivienda digna, o simplemente las condiciones con las que cuentan no son las más favorables y también observar la gran cantidad de contaminación de botellas plásticas (PET) lo que genera gran contaminación (Gaggino, Kreiker, Mattioli, & Argüello, 2015).

Dentro de los grandes problemas en la sociedad ecuatoriana está el desconocimiento de los materiales para la construcción de viviendas, el cual se convierte en un obstáculo para poder introducir materiales alternativos a los ya existentes, considerando únicamente al hormigón, teja, ladrillo cerámico y demás materiales como la solución permanente para ser usado en construcciones, aún a pesar de sus altos costos.

Además, los países que están cerca del Océano Pacífico son considerados riesgosos por su cercanía al mismo, lo que hace fundamental buscar alternativas de construcción que reduzcan el peligro de edificar en zonas sísmicas, siendo de mayor impacto en aquellos lugares donde la presencia de edificaciones provoque fallecimientos de vidas humanas. Ante estas circunstancias, es elemental construir con materiales livianos para viviendas que contribuyan a la reducción de los índices de mortalidad que son causados por estos fenómenos naturales (Díaz Cordero, 2012).

Por tal motivo, la construcción de nuevos materiales en base de plástico reciclado (PET), se convierte en una alternativa para cubrir los requerimientos exigidos por los profesionales de la construcción, evaluando favorablemente dichos materiales en parámetros ya sean técnicos, económicos, sociales y ambientales como tal.



## **1.1.2 4.3 Objetivos**

### **4.3.1 Objetivo general**

- Caracterizar los materiales del bloque compuestos a base de plástico reciclado Tereftalato de Polietileno (PET) mediante ensayos de flexión para remplazar al bloque convencional.

### **4.3.2 Objetivos específicos**

- Elaborar muestras de bloque prototipo sustituyendo arena y piedra pómex por Tereftalato de Polietileno.
- Realizar ensayos de flexión a los bloques compuestos de Tereftalato de Polietileno (PET).
- Comparar las características mecánicas (flexión) de los bloques Tereftalato de Polietileno (PET) con los bloques convencionales.

## **1.1.3 4.4 Metodología**

El diseño de investigación es el plan o estrategia que se concibe para la obtención de la información referente al planteamiento del problema de estudio. Bajo un enfoque cuantitativo, el investigador dirige los diseños para comprobar la hipótesis planteada dentro de un contexto particular o brindar evidencias acordes a los parámetros del estudio (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Dentro de los tipos de investigación experimental se encuentra el diseño transeccional o transversal, el cual sirve para recopilar datos en un determinado momento. El objetivo es describir las variables y analizar el impacto e interrelación de las mismas en un tiempo definido. Ante este tipo de diseños, se divide en tres partes de acuerdo a la finalidad de la investigación: exploratorios, descriptivos, correlacionales o causales.



Los estudios exploratorios son aquellos en los cuales se conoce una o más variables, dentro de una comunidad, un contexto o una situación en particular. Este tipo de investigaciones se las aplica en problemas nuevo o poco conocidos, dando apertura al inicio de otros diseños. La investigación descriptiva es aquella que indaga el impacto de las modalidades o niveles de una o más variables en una población, cuyo procedimiento consiste en la ubicación de dichas variables sobre un grupo de individuos, objetos, etc., para proporcionar información en base a su descripción.

Para efecto del presente trabajo, se aplicó los diseños transeccionales de orden exploratorio y descriptivo para que, en primera instancia, se pueda conocer los efectos del uso de los materiales para la fabricación de los bloques PET dentro de la investigación propuesta.

#### 4.4.1 Procedimientos para los ensayos de flexión

Marcar los tercios respectivos dentro de los bloques como se indica en la figura 14.



**Figura 14.** Marcación de tercios en bloques

Realizar el ensayo colocando los apoyos en la máquina según la norma NTE INEN2554 (ver figura 15).



**Figura 15.** Colocación de apoyos para ensayo

Verificar el tercio en donde se produjo la rotura para calcular el módulo de rotura y medirlo (ver figura 16).



**Figura 16.** Verificación de tercio

Se procede con el cálculo de la rotura, midiendo cada una de las caras fracturadas luego del ensayo, tomando en cuenta el ancho y la altura en cada borde y una en el centro de la sección transversal. Se toman las tres medidas, para luego sacar un promedio de ancho y alto con una aproximación de 1 mm (INEN, 2016).



**Figura 17.** Cálculo de la Rotura

## **1.1.4 4.5 Población y Muestra**

La población de estudio está definida como el conjunto de todos los casos, de forma limitada y accesible para servir de referencia en lo que respecta a la elección de la muestra, siempre y cuando cumpla con parámetros predeterminados, el cual puede abarcar individuos, objetos y demás (Arias, Villacís, & Miranda, 2016). Dentro de las características que se utilizan para seleccionar la población de estudio, se mencionan las siguientes:

**4.5.1 Homogeneidad:** consiste en que todos los elementos de la población, deben tener las mismas características de acuerdo a las variables de estudio;

**4.5.2 Temporalidad:** el periodo en el cual se ubica la población de interés. Es de vital importancia ya que, debe ubicarse tanto en el presente como en el pasado, la cual puede variar con el tiempo.

**4.5.3 Límites espaciales:** debe especificarse el tipo de población a estudiarse, la cual puede ser comunidad, país o unidad educativa, según el caso.

Para delimitar la población, Robledo (2004) define a la misma como población diana o población blanco, la cual viene definida por características tales como las demográficas, sociales, educativas, etc. Esta población es el universo en el cual se generalizan los resultados, hallándose en la misma la población accesible que consta con aquellos casos que sirven para satisfacer los parámetros definidos y puede el investigador acceder en todo momento. Para el presente estudio, la población delimitada serán los bloques que se utilizarán a los procesos de fabricación de bloques PET.

## **1.1.5 4.6 Resultados**

### **4.6.1 Carga Promedio de las probetas (bloques)**



En base los resultados obtenidos, se realizó la medición de la carga de todos y cada una de las probetas con la máquina de flexión, para lo cual se empleó una báscula para la obtención precisa de los datos. En las tablas que se muestran a continuación, se detalla la carga de cada una de las probetas (ver tabla 18), basados en el porcentaje de material compuesto con el cual fueron fabricadas, además tienen 28 días de curación en la cual fueron fabricadas.

**Tabla 18.** Carga promedio de probetas según su categoría

Carga (KN)/Identificación	Tradicional	20%	40%	60%	80%
		PET	PET	PET	PET
Probeta 1	3.82	3.50	7.46	5.17	4.88
Probeta 2	2.52	4.47	6.40	5.58	5.01
Probeta 3	2.96	3.69	5.47	4.61	4.99
<b>Promedio</b>	<b>3.10</b>	<b>3.89</b>	<b>6.44</b>	<b>5.12</b>	<b>4.96</b>

En base a los resultados hallados, se puede deducir que, en función de los bloques tradicionales y a medida que aumenta el porcentaje de tereftalato de polietileno PET, la carga de los bloques (probetas), el que tiene el 40% de dicho material contiene mayor carga en comparación al resto, lo cual se puede indicar que tendrá mayor resistencia en su estructura.

#### 4.6.2 Resultado de los ensayos de flexión

Los ensayos de flexión fueron realizados con probetas a una edad de 28 días de curado, donde únicamente varía su composición. En la tabla 19 se puede visualizar los valores de los módulos de rotura que se aplicaron en cada una de las probetas conjuntamente con la ubicación de la falla, los cuales muestran los niveles soportados por cada una de las probetas. Dichos valores fueron recabados dentro del laboratorio de ensayos de flexión



de la Universidad Técnica de Ambato. Los datos obtenidos de los ensayos fueron comparados entre sí, siguiendo los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 2554, para lo cual se detallará el tipo de bloque y la ubicación de la falla a la cual pertenecen.

De acuerdo a la tabla 19, se puede observar que los módulos de tabla tradicionales presentan en promedio 0.24 MPA de resistencia, ubicándose de igual manera en tercio medio en cuanto a la ubicación de la falla respectiva. Estos valores son referentes para la comparación con los componentes del PET de acuerdo al porcentaje agregado.

**Tabla 19.** Módulo de Rotura bloque Tradicional

Módulo de Rotura (MPA)/Identificación	Tradicional	Ubicación de la falla
Probeta 1	0.29	Tercio Medio
Probeta 2	0.19	Tercio Medio
Probeta 3	0.23	Fuera de Tercio
<b>Promedio</b>	<b>0.24</b>	

De acuerdo a la tabla 20, se puede observar que los módulos de tabla con 20% de PET presentan en promedio 0.23 MPA de resistencia, ubicándose de igual manera en tercio medio en cuanto a la ubicación de la falla respectiva, pese a que la probeta 3 está fuera de tercio. Como se puede observar, la resistencia en comparación al bloque tradicional es menor, lo que implica que este bloque tiene una resistencia menor.

**Tabla 20.** Módulo de Rotura 20% PET

Módulo de Rotura (MPA)/Identificación	20% PET	Ubicación de la falla
Probeta 1	0.22	Tercio Medio
Probeta 2	0.20	Tercio Medio
Probeta 3	0.26	Fuera de Tercio
<b>Promedio</b>	<b>0.23</b>	

**Tabla 21.** Módulo de Rotura 40% PET

Módulo de Rotura (MPA)/Identificación	40% PET	Ubicación de la falla
Probeta 1	0.47	Tercio Medio
Probeta 2	0.50	Tercio Medio
Probeta 3	0.44	Fuera de Tercio
<b>Promedio</b>	<b>0.47</b>	

De acuerdo a la tabla 21, se puede observar que los módulos de tabla con 40% de PET presentan en promedio 0.47 MPa de resistencia, ubicándose de igual manera en tercio medio en cuanto a la ubicación de la falla respectiva en la probeta 1 y probeta 3. Esta medición refleja una mayor resistencia en comparación a los dos bloques anteriores, dándose a entender que con 40% de PET, los bloques presentarán resistencia y menos fallas en su elaboración.

**Tabla 22.** Módulo de Rotura 60% PET



<b>Módulo de Rotura (MPA)/Identificación</b>	<b>60%</b> <b>PET</b>	<b>Ubicación de la falla</b>
Probeta 1	0.19	Tercio Medio
Probeta 2	0.13	Tercio Medio
Probeta 3	0.12	Tercio Medio
<b>Promedio</b>	<b>0.15</b>	

De acuerdo a la tabla 22, se puede observar que los módulos de tabla con 60% de PET presentan en promedio 0.15 MPA de resistencia, ubicándose de igual manera en tercio medio en cuanto a la ubicación de la falla respectiva. Como se puede observar, la resistencia en comparación a los bloques anteriores es menor, lo que implica que este bloque tiene una resistencia débil para su consistencia.

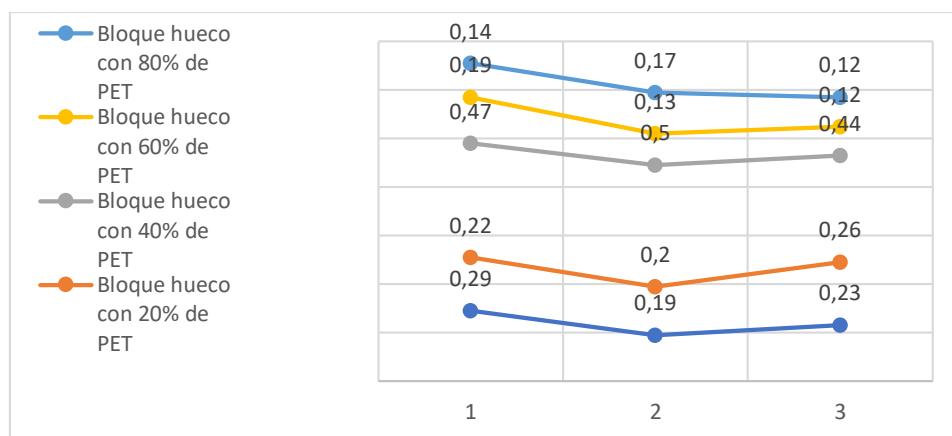
**Tabla 23.** Módulo de Rotura 80% PET

<b>Módulo de Rotura (MPA)/Identificación</b>	<b>80%</b> <b>PET</b>	<b>Ubicación de la falla</b>
Probeta 1	0.14	Tercio Medio
Probeta 2	0.17	Tercio Medio
Probeta 3	0.12	Tercio Medio
<b>Promedio</b>	<b>0.14</b>	

Por último, de acuerdo a la tabla 23, se puede observar que los módulos de tabla con 80% de PET presentan en promedio 0.14 MPA de resistencia, ubicándose de igual manera en tercio medio en cuanto a la ubicación de la falla respectiva. Como se puede observar, la resistencia en comparación a los bloques anteriores es menor, lo que implica que este bloquetiene una resistencia débil para su consistencia.



### 1.1.6 En la siguiente grafica se puede observar el comportamiento de las probetas a los ensayos de flexión.



**Figura 18.** Ensayo de flexión

En la figura 19 se realiza una comparación entre los dos ensayos tanto el de compresión como el de flexión y se selecciona la composición que cumple con la normativa de construcción del ecuador.



**Figura 19.** Comparación ensayo de compresión vs flexión

### 1.1.7 4.7 Conclusiones

- Dentro de las conclusiones se puede mencionar que a través de los análisis respectivos de los resultados que se han podido mostrar sobre los ensayos de flexión aplicado a las

distintas probetas, se concluye que la dosificación de materia compuesto PET empleado en la elaboración de bloques más adecuada, es la compuesta por un 40% de tereftalato de polietileno, dado que soportaron en promedio el módulo de rotura a niveles máximos en comparación a las otras composiciones, dando como resultado un promedio de 0.47 MPa, comprobándose de esta manera la hipótesis planteada en la que al aplicar PET como sustituto parcial de la piedra triturada (chispa) y arena, son un determinante en la resistencia a la flexión.

- Los respectivos ensayos de flexión fueron realizados en los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato, los cuales fueron aplicados en función de cada probeta de cada dosificación de PET propuesta, tomando como referencia los pasos y observaciones establecidos en la normativa NTE INEN 2554. En función de los resultados obtenidos de los ensayos de flexión, se observa que las cargas de los bloques tradicionales y con adición del 20%, 40%, 60% y 80% de PET, poseen en promedio una carga de 0.24, 0.23, 0.47, 0.15 y 0.14 MPa respectivamente, concluyendo que la de mejor resistencia fue la de 40% y la de 80% se considera no recomendable para ningún tipo de construcción.
- Por último, los ensayos y materiales empleados para la fabricación de probetas fueron aplicados en función de la norma NTE INEN 2554, pero que, al no existir una medida estándar para su calificación de producto final, únicamente se hicieron comparaciones en función de las muestras empleadas para cada porcentaje de PET conjuntamente con la construcción de bloques tradicionales para determinar cuál de ellos cumple con la carga y resistencia óptimas.

#### 4.8 Bibliografía

- Arias, J. Villasis, M. & Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación



III: la población de estudio. Revista Alergia México, 63(2), 201-206. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>

- Díaz, G. (2012). El Cambio Climático. Ciencia y Sociedad. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024179004.pdf>
- Gaggino, R., Kreiker, J., Mattioli, D., & Argüello. (2015). Emprendimiento de Fabricación de ladrillos con Plástico reciclado involucrando actores públicos y privados. Recuperado de

[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/56370/CONICET\\_Digital\\_Nro.a447c64a-9704-4c31-972c-d20a3b201c13\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/56370/CONICET_Digital_Nro.a447c64a-9704-4c31-972c-d20a3b201c13_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

- Gamboa, O. (2005). Optimización del proceso de Fabricación de Bloques de concreto del estándar 15x20x40 cm con grado de resistencia 28 KG/cm<sup>2</sup>, caso específico fuerte-block máquinas #1 y #2. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1468\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1468_IN.pdf)
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación. Mac Graw Hill.
- Norma Técnica Ecuatoriana. (2011). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2554. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2554.pdf>
- ONU Hábitat México. (2021). Recolectar y eliminar residuos de manera eficiente. Recuperado el 11 de marzo de 2021, de ONU Hábitat por un mejor futuro urbano: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/recolectar-y-eliminar-residuos-de-manera-eficiente>

- Ramírez, A., Sánchez, J. M., & García, A. (2004). El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle, Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/342/34202107.pdf>
- Robledo, J. (2004). Población de estudio y muestreo en la investigación epidemiológica. Nure Investigación(10). Recuperado de <http://www.nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/article/viewFile/205/187>.
- Sanmartín, G., Zhigue, R., & Alaña, T. (2017). El reciclaje: un nichode innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. Universidad y Sociedad, 9(1), 36-40. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n1/rus05117.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2016). NTE INEN 3066 BLOQUES DE HORMIGÓN. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO. Recuperado de [https://vipresa.com.ec/wpcontent/uploads/2019/02/nte\\_inen\\_3066.pdf](https://vipresa.com.ec/wpcontent/uploads/2019/02/nte_inen_3066.pdf)





## Instrumentación con interfaz HMI y software libre para prácticas de control On/Off de bomba DC para agua

*Instrumentation with HMI interface and free software for On/Off control practices of DC water pump*

Cuadrado Puentes Alex Daniel<sup>1</sup>

Ing. Luis Bustamante Sarabia, M.Sc.<sup>3</sup>



0000-0003-2344-4416

<sup>1</sup> Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador [alexcuadrado@tsachila.edu.ec](mailto:alexcuadrado@tsachila.edu.ec)

<sup>2</sup> Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador [luisbustamante@tsachila.edu.ec](mailto:luisbustamante@tsachila.edu.ec)

**Recepción:** 21 de octubre de 2022

**Aceptación:** 30 de noviembre de 2022

**Publicación:** 28 de diciembre de 2022

**Citación/como citar este artículo:** Cuadrado, A. y Bustamante, L. (2022). Instrumentación con interfaz HMI y software libre para prácticas de control On/Off de bomba DC para agua. Ideas y Voces, 2(3), 74-95.



## **Resumen**

El diseño de un tablero de instrumentación con interfaz HMI basado en software libre para prácticas de control de encendido y apagado de una bomba DC para agua, utilizando software Visio en el cual se realizan esquemas eléctricos de control y fuerza, además establecer diagramas de conexión Arduino y conexión de bomba usando módulos de Relés para proceder al armado de la parte mecánica y la programación del interfaz HMI basado en software libre, Arduino y MyOpenLab permiten interactuar en tiempo real con los componentes del tablero y finalmente se elabora un manual de prácticas académicas para el control de encendido y apagado de una bomba DC.

### **Palabras clave**

HMI, MyOpenLab, bomba DC, arduino

### **Abstract**

The design of an instrumentation board with HMI interface based on free software for on-off control practices of a DC water pump, using Visio software in which control and force electrical diagrams are made, as well as establishing Arduino connection diagrams. and pump connection using relay modules to proceed to the assembly of the mechanical part and the programming of the HMI interface based on free software, Arduino and My OpenLab allow real-time interaction with the components of the board and finally an academic practices manual is elaborated for on/off control of a DC pump.

### **Keywords**

HMI, MyOpenLab, DC pump, arduino



## **Introducción**

Debido a los constantes avances tecnológicos es necesario implementar nuevas estrategias de producción que permitan mejorar la calidad de los productos de tal manera que estos sean más competitivos, por tal razón la aparición de nuevas herramientas innovadoras y el desarrollo constante de software se incorpora a los diferentes niveles de procesos automatizados logrando eficiencia, confianza y seguridad.

Una de las herramientas utilizadas por el ser humano en la actualidad es el sistema HMI mismo que mediante un panel de control permite a una persona conectar y monitorear una máquina de producción, sistema o dispositivo, con este sistema se logra controlar y supervisar el comportamiento de cualquier variable física por medio de una interfaz HMI o computador, una de las principales ventajas es el control y monitoreo en tiempo real así como también permite almacenar en una base de datos históricos donde se puede conocer todos los registros y novedades que genera el sistema en el transcurso del tiempo.

Mediante el desarrollo de este proyecto se pretende diseñar un tablero de instrumentación con interfaz HMI el cual se basa en el uso de un software libre, para prácticas que en lo posterior realizarán estudiantes de la carrera Mantenimiento Eléctrico y Control Industrial logrando de esta manera comprender lo instruido en clases por los docentes, donde podrán realizar el control de encendido y apagado de bomba DC para agua.

## **Metodología**

Es importante seguir un proceso ordenado de pasos y metas a alcanzar para adecuadamente construir un tablero didáctico como son:

Diseñar un tablero educativo de instrumentación con interfaz HMI basado en software libre para realizar prácticas de control de encendido y apagado de bomba DC para agua.

Los procesos que nos llevaron a alcanzar este objetivo fueron:



Diseñar un esquema eléctrico de control y de fuerza para un tablero didáctico de instrumentación con materiales de medición mediante el software Visio.

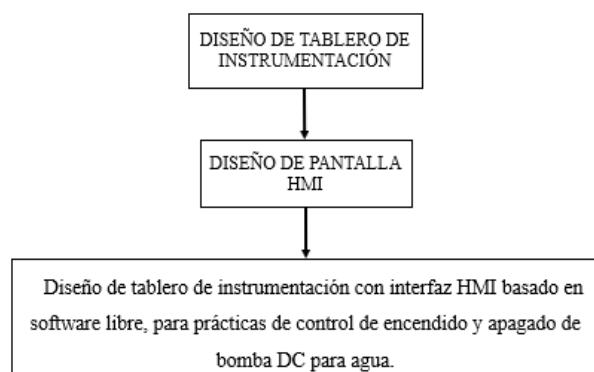
Desarrollar la interfaz HMI basado en software libre para la adquisición y presentación de datos del proceso.

Elaborar un manual de prácticas académicas para el control de encendido y apagado de una bomba DC.

El conocimiento del proceso que se investigó fue primordial, pero sobre todo la forma de poder articular un proceso eminentemente eléctrico como el funcionamiento de una bomba y un proceso eminentemente electrónico como el software y hardware utilizados.

Para poder comprender y plantear adecuadamente el proceso comunicativo entre el hombre y la máquina, el enfoque cualitativo se aplicó para desarrollar el proceso investigativo, logrando así que el tablero construido cumpla con los requerimientos y haga la función que se determina conociendo adecuadamente a través de una interfaz amigable el proceso que se realiza y poder controlarlo de acuerdo a las circunstancias.

El proceso se divide en dos partes que se detallan a continuación:



**Figura 1**

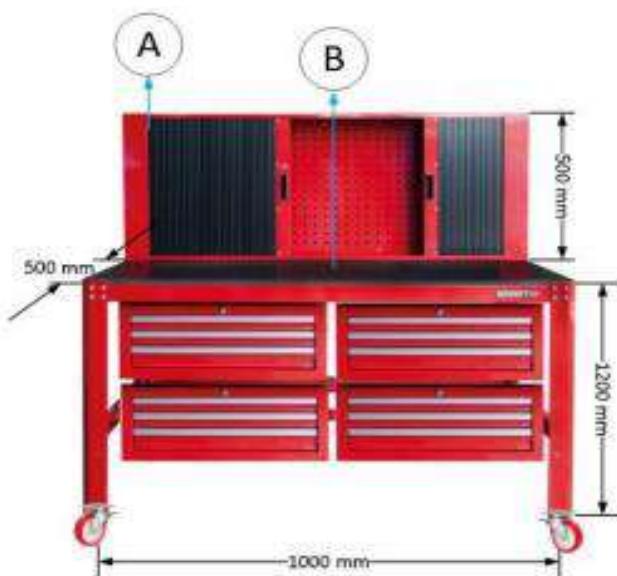
Procedimiento

para el diseño del tablero

### **Diseño de tablero de instrumentación**



El diseño está enfocado en un tablero didáctico de instrumentación en el cual se realizará el montaje de los componentes que serán utilizados por los estudiantes para poder adquirir conocimientos de acorde a los procedimientos industriales monitoreando y controlando las variables a través de sensores y actuadores por medio de una pantalla HMI.



**Figura 2** Diseño de tablero didáctico de instrumentación

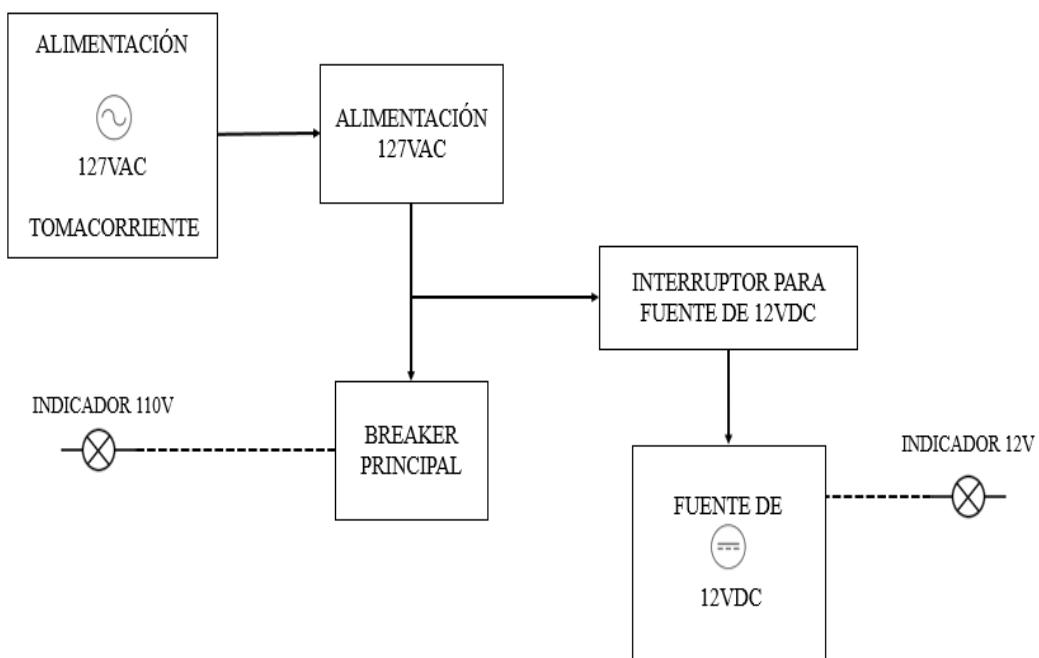
**Fuente:** (Bustamante, 2021)

### Diseño de Instrumentación

Se procede definir la instrumentación que forma parte del tablero de prácticas el cual se divide en áreas de potencia, control, sensores y actuadores.

#### Potencia

El diagrama de potencia forma parte de la alimentación eléctrica hacia el tablero de instrumentación, permitido de esta manera obtener 127V en AC y 12V en DC, además, dispone de luces pilotos para advertir sobre la activación de las fuentes de energía.



**Figura 3** Diagrama de potencia del suministro eléctrico

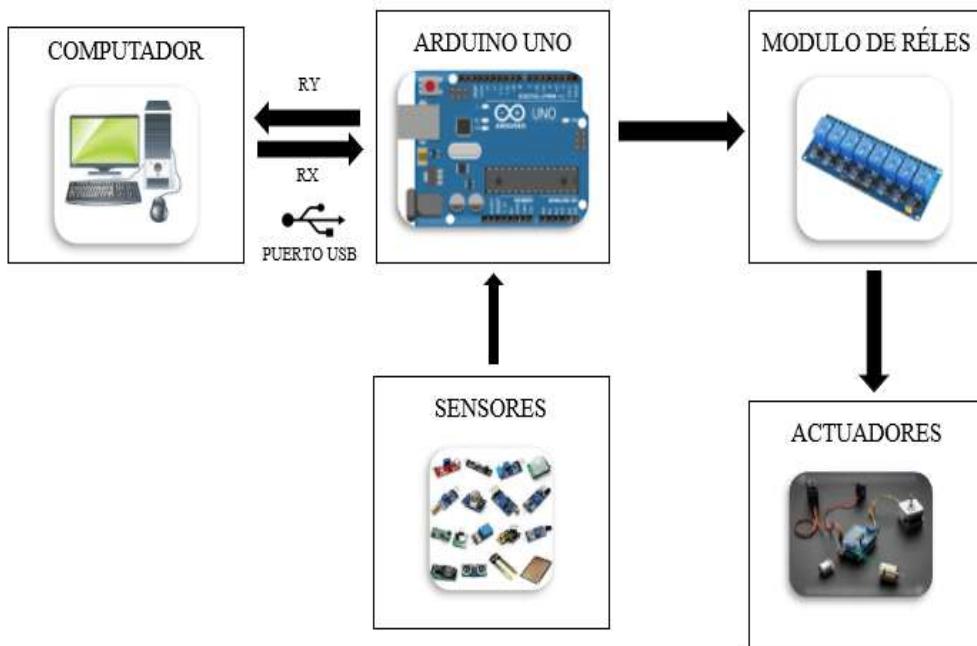
En el diagrama se inicia desde la alimentación desde un tomacorriente hasta llegar a una protección en este caso se con un breaker el cual dispone de una luz piloto color verde luego se procede a encender la fuente transformadora de 110VAC a 12VDC la cual también dispone de una luz piloto indicará la presencia de corriente al transformarse la corriente pasará a distribuirse por todo el tablero para alimentar los elementos a utilizarse por los estudiantes en sus respectivas prácticas que desarrollean.

### Control

El diagrama de control se encuentra integrado por una tarjeta de Arduino Uno la cual cumple la función enlazar las entradas analógicas y digitales disponibles tanto como de sensores como de actuadores a continuación se conecta al computador por medio de un puerto serial USB, efectuando de esta manera el procedimiento de la adquisición de datos hacia la pantalla HMI.

Los Sensores y actuadores son cargas eléctricas que se los controla mediante el módulo de relés de accionamiento mismo que es necesario para el funcionamiento de los

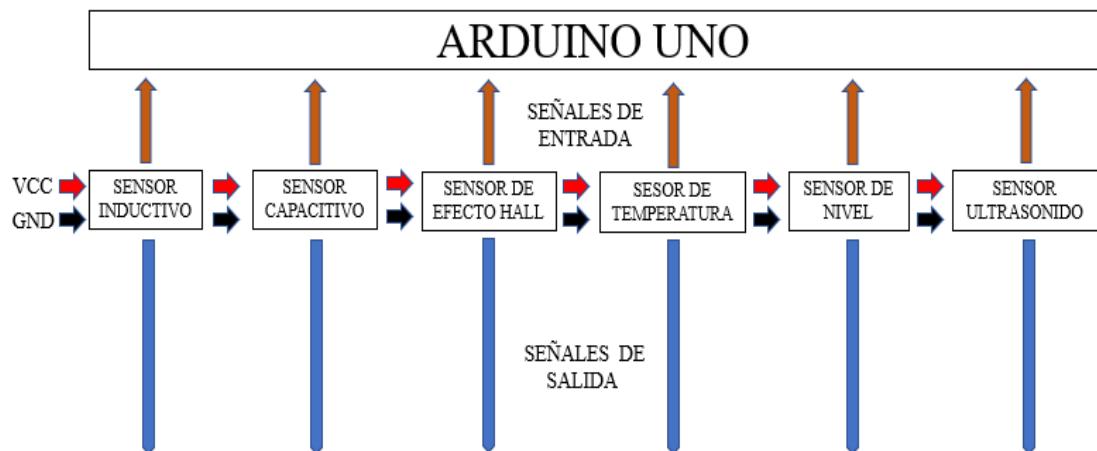
elementos, en vista que nuestra tarjeta Arduino Uno por medio de su puerto serial USB del computador no admite corrientes mayores a 500mA impidiendo de esta manera que dichos elementos tanto actuadores como sensores no funciones por falta de Voltaje.



**Figura 4** Diagrama de control y adquisición de datos

### Sensores

Los sensores tienen la función de detectar las variaciones tanto de las variables físicas como químicas en nuestro entorno. En el tablero tiene a disposición varios sensores los

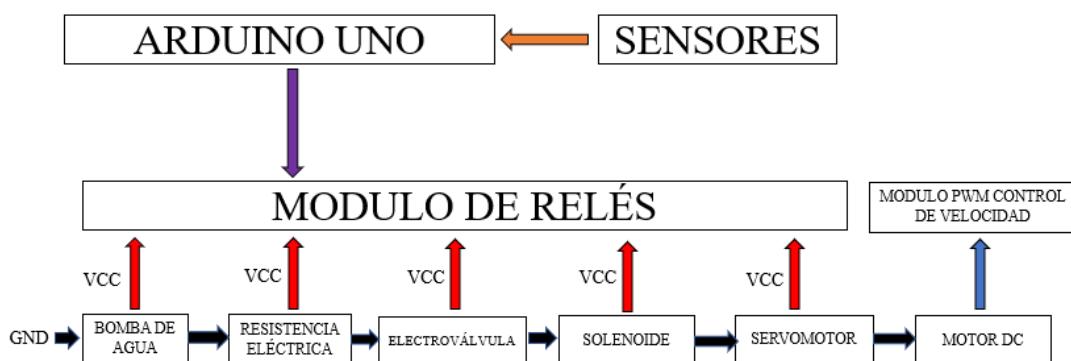


cuales se utilizan para realizar varios procesos simulados de manera didáctica, de esta manera se logra un enlace de la señal de entrada de cualquier variable dirigiéndose hacia el microcontrolador en este caso, nuestra tarjeta de Arduino Uno.

**Figura 5** Diagrama de sensores

### Actuadores

Los actuadores son elementos de salida mismos que desempeñan una función la cual determina el estudiante, por medio de la codificación en la tarjeta Arduino Uno, a la vez que pueden ser accionamientos manuales o automáticos, es muy importante saber que los actuadores son considerados como cargas eléctricas que utilizan corriente.



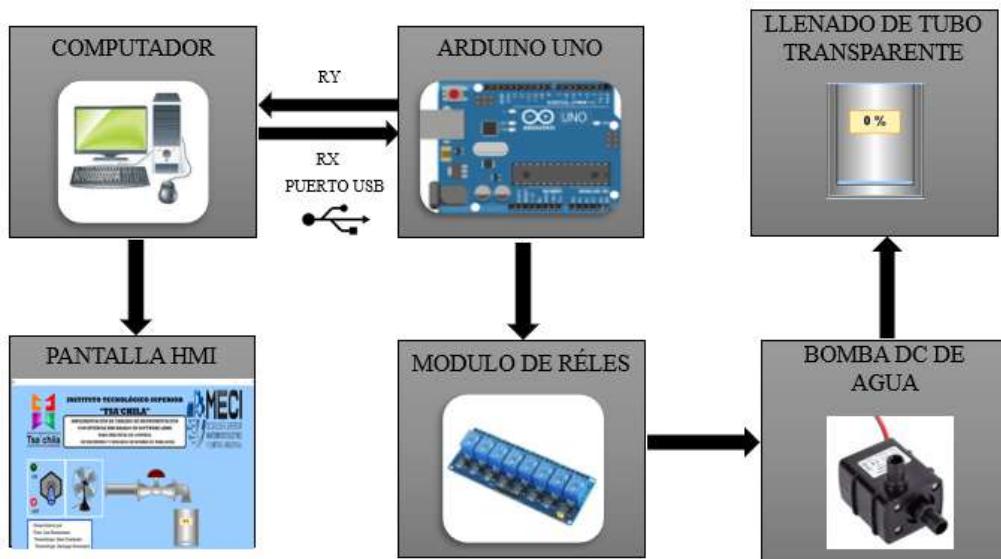
**Figura 6** Diagrama de actuadores

### Diagrama de Conexión

Para la práctica en la cual se va a desarrollar la simulación del proceso en control industrial de instrumentación donde se requiere proceder al encendido y apagado de una bomba DC de agua.

Se inicia con el proceso de alimentación de suministro eléctrico, el cual se daría por medio de un tomacorriente de 127V AC hasta el breaker de protección, para luego ser transformado a 12V DC, este proceso será posible gracias a una fuente transformadora de voltaje.

Luego se procederá a conectar la bomba DC mediante el módulo de relés de 8 canales, utilizando uno de sus canales, el cual va a permitir la comunicación del actuador con la placa Arduino Uno, a continuación se realizara la conexión de Arduino Uno con el computador por medio de un puerto serial USB, entonces se deberá verificar la programación de la pantalla HMI la cual va a ser ejecutada por medio del software My OpenLab, mismo que hará que el proceso sea de forma manual y didáctica para que los estudiantes realicen su práctica.



**Figura 7** Proceso de encendido y apagado de bomba DC

### Configuración de la Tarjeta Arduino Uno

Al proceder al enlace de comunicación serial entre la Arduino Uno y el software My OpenLab se necesitará realizar la configuración del sketch de firmata.

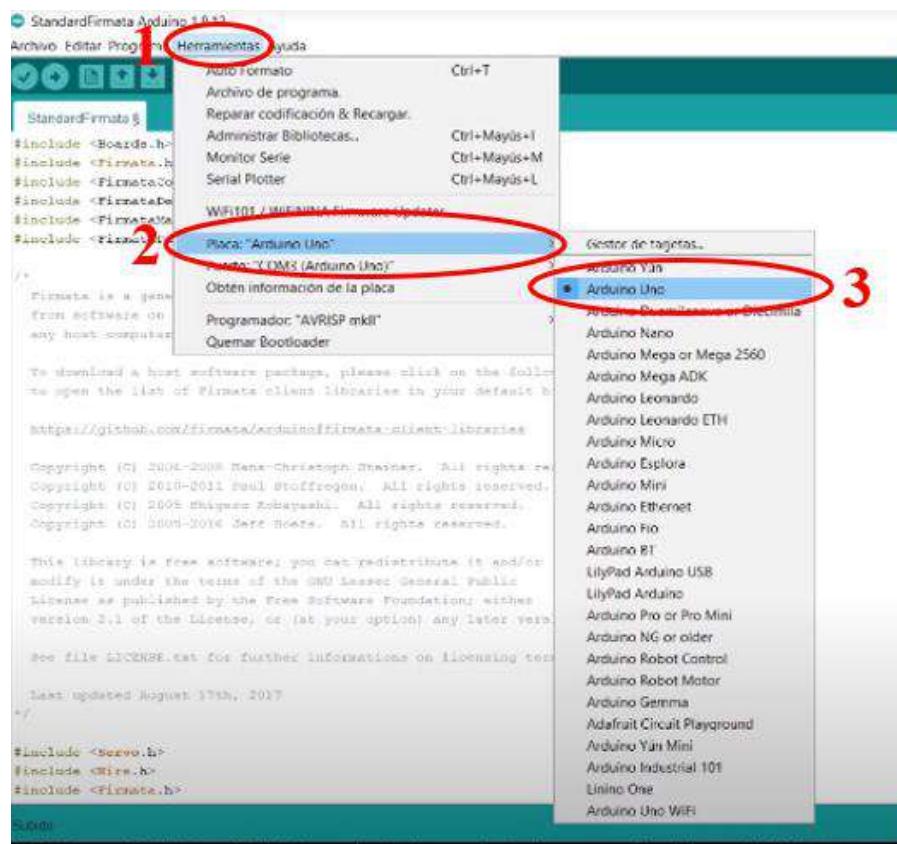
El Firmata forma parte de un sketch el cual se encuentra disponible en el IDE de Arduino, entonces se procederá a su respectiva programación en la tarjeta de la siguiente manera:

Selección de la placa que se utilizará para la configuración del firmata.

### Paso 1: Seleccionar la opción de Herramientas.

**Paso 2:** Seleccionar la opción **Placa** “Arduino Uno”

**Paso 3:** Seleccionar la versión de que se utilice en este caso se utilizo Arduino Uno



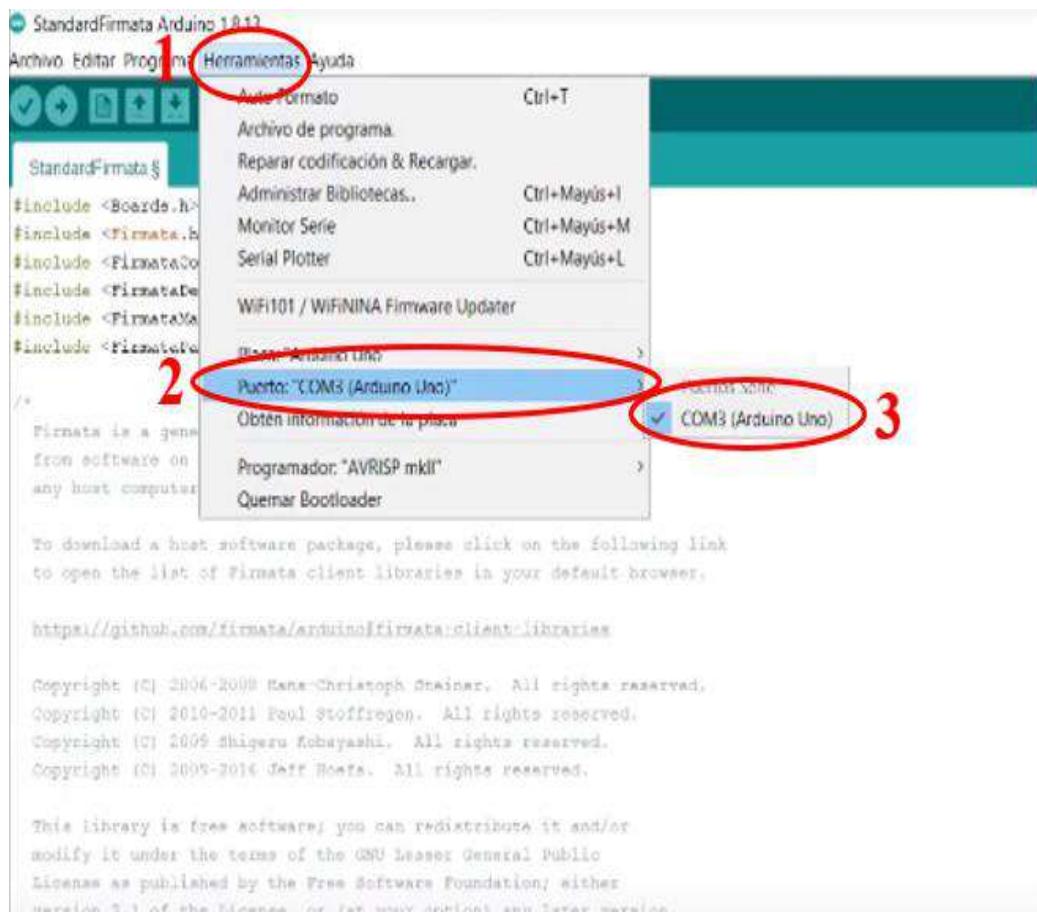
**Figura 8** Configuración de selección para la placa que será utilizada

### Selección del puerto COM a utilizar

**Paso 1:** Seleccionar la opción de **Herramientas**.

**Paso 2:** Seleccionar la opción **Puerto**: “COM (Arduino Uno)” (en este caso dependerá del puerto en el que se encuentre conectado la Tarjeta de Arduino.)

**Paso 3:** Seleccionar la opción COM3 (Arduino Uno)



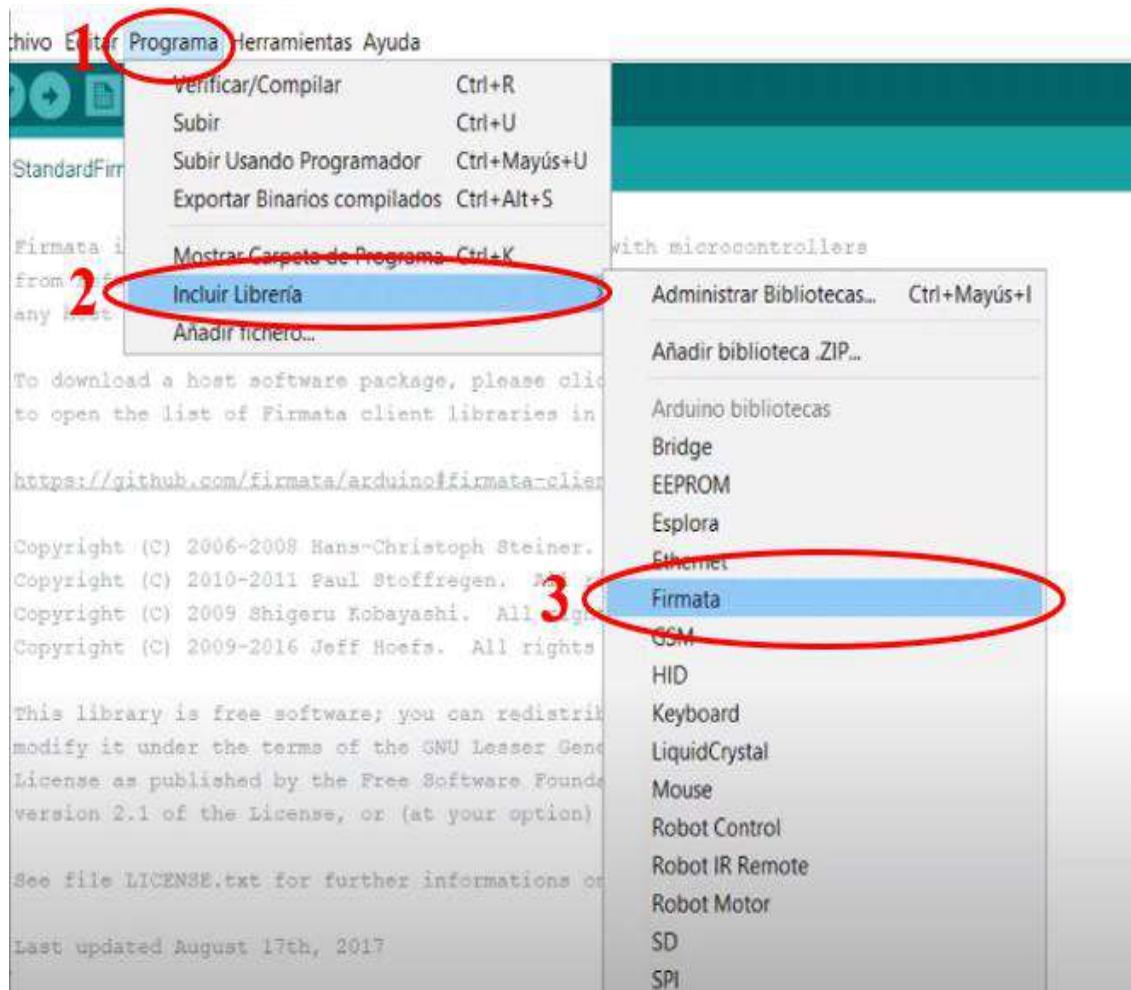
**Figura 9** Selección puerto COM

### Configuración del firmata en nuestro Arduino Uno

**Paso 1:** Seleccionar la opción de **Programa**.

**Paso 2:** Seleccionar la opción **Incluir Librería**.

**Paso 3:** Seleccionar la opción Firmata.



**Figura 10** Configuración Firmata

### Proceso de Verificación del firmata

**Paso 1:** Clic en el Visto.



**Figura 11** Verificación Firmata

## **Proceso de Carga del código del Firmata**

**Paso 1:** Clic en la **Flecha hacia la derecha**.



**Figura 12** Proceso de carga Firmata

## Pantalla HMI

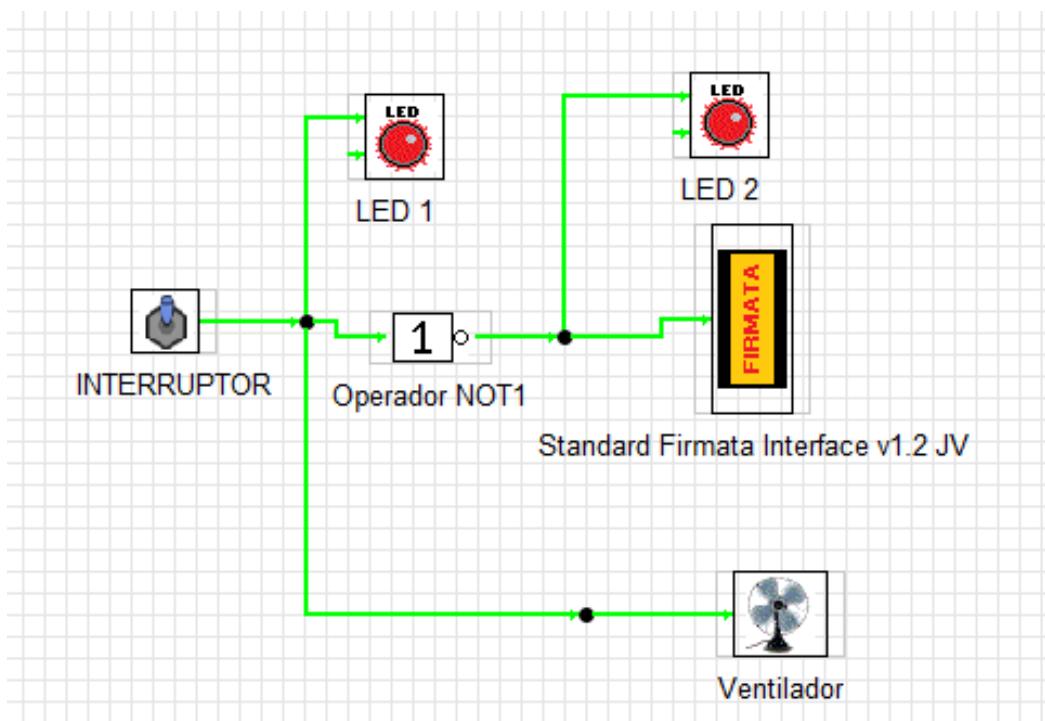
La interfaz que se muestra a los estudiantes está conformada de gráficos de salida numérica y visual la cual permite estar al tanto de la etapa en curso del proceso del Actuador en este caso la Bomba DC.



**Figura 13** Interfaz HMI de ON/OFF de la bomba DC

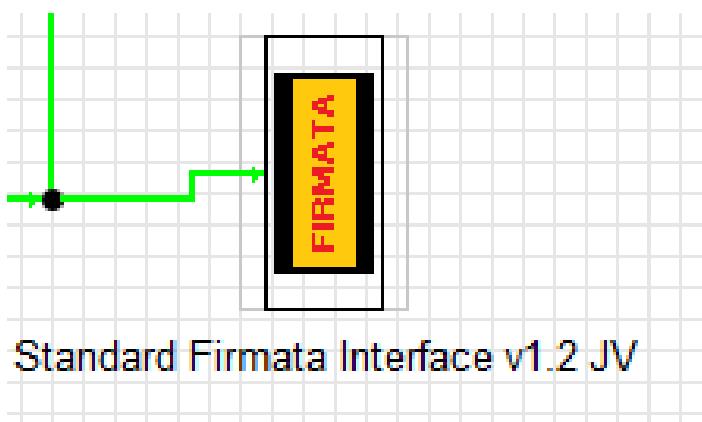
La interfaz gráfica realizada en el software MyOpenLab permite monitorear en tiempo real el encendido y apagado del Actuador utilizado, en este caso la bomba DC de esta manera verificando el comportamiento y la información que el estudiante podría visualizar, en la interfaz constan los siguientes elementos:

- 2 luces led de color (**Verde-Rojo**) las cuales servirán como indicador para el momento de que la bomba DC se encuentre encendida y apagada.
- 1 imagen animada de un ventilador el cual cumplirá como simulador de la Bomba.
- 1 interruptor el cual servirá para realizar el encendido y apagado de la Bomba DC



**Figura 14** Programación Interfaz HMI

La comunicación entre Arduino y el Software MyOpenLab se realizará mediante Firmata el cual permitirá el enlace mediante un puerto Serial USB.

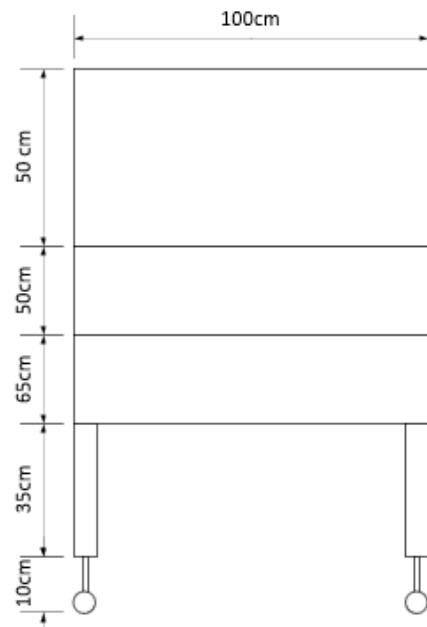


**Figura 15** Firmata

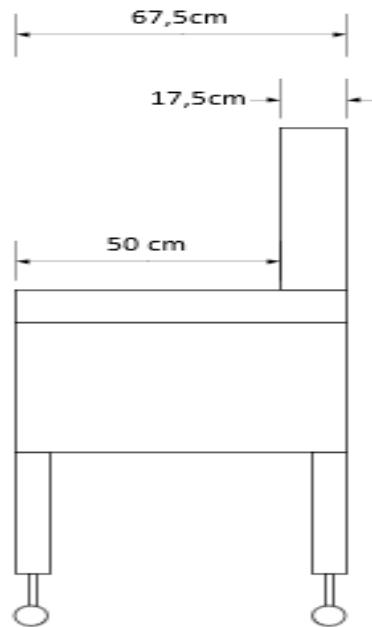
## 1.1 Tablero

Para la construcion de la parte mecanica del tablero se realizó un diseño previo, el cual sirvió como guia para elaboracion del mismo.

Las medidas del tablero se basan en el plano diseñado en el software Visio y se detalla a continuación.



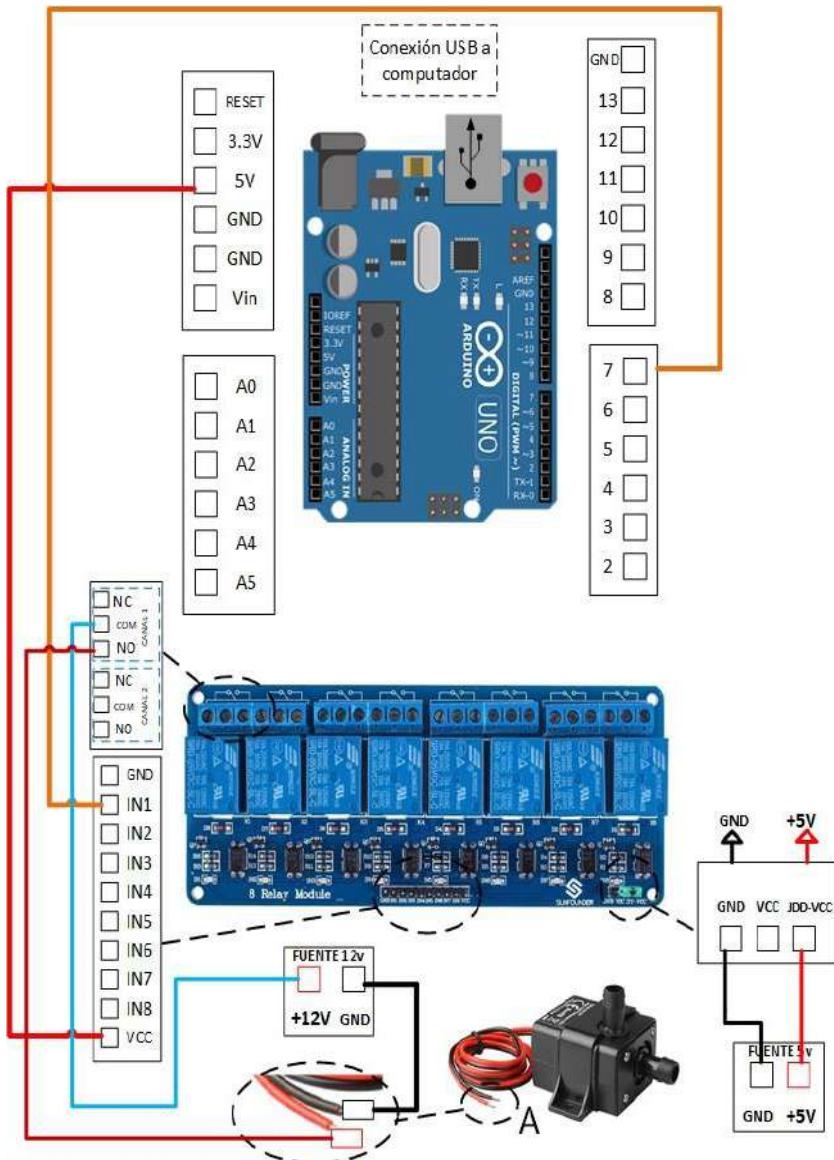
**Figura 16** Vista frontal



**Figura 17** Vista Lateral

## Instrumentos

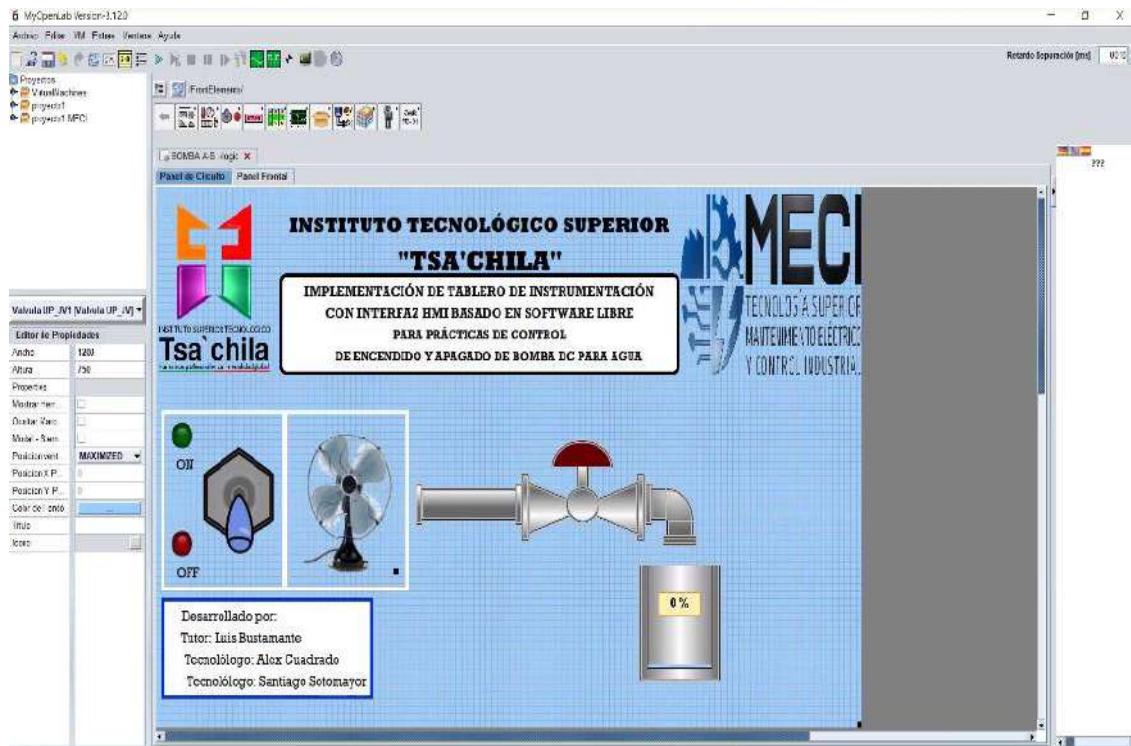
La figura muestra la conexión entre la tarjeta Arduino Uno, sus respectivas fuentes de alimentación, el módulo de relés y la bomba DC.



**Figura 18** Esquema de conexión

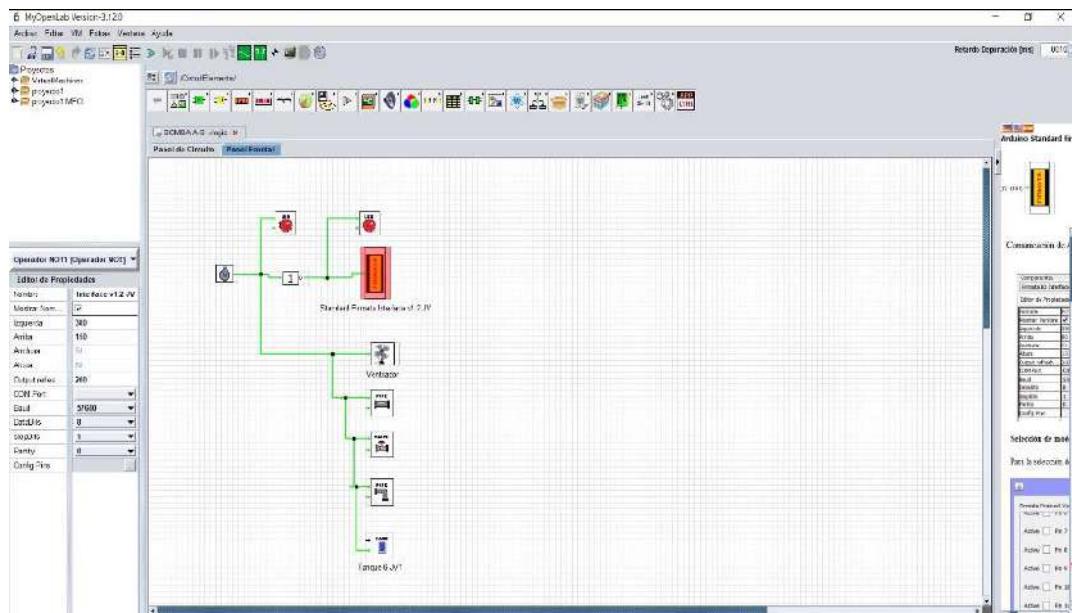
## Interfaz Grafica

En la siguiente imagen podemos observar la pantalla HMI en el software MyOpenLab previa su simulación.



**Figura 19** Pantalla inicio previo a la simulación

A continuación, en la siguiente imagen se visualizará la interfaz gráfica.



**Figura 20** Programación Interfaz gráfica

Una vez que se realizó la simulación se pudo observar que el led rojo indica que la bomba se encuentra en estado OFF



**Figura 21** Pantalla en estado OFF

Y en la siguiente imagen se puede observar cómo se está desarrollando el proceso de encendido de la bomba DC para ello se va a observar que el led verde indica que la bomba se encuentra en estado ON.



**Figura 22** Pantalla en estado ON

## Conclusiones

Para el diseño del tablero didáctico de instrumentación se requirió el uso del software Visio, en el cual se elaboró los bocetos de los esquemas eléctricos de control y de fuerza, y a su vez su diseño mecánico en los cuales constan sus respectivas medidas, su bosquejo frontal y lateral, de esta manera se logró obtener los elementos necesarios para continuar con el proceso de armado de dicho tablero.

Se desarrolló la interfaz HMI mediante el uso del software Arduino, MyOpenLab en su versión 3.12.0 beta y Java, mismos con los cuales se procedió a su respectiva configuración y programación y de esta manera se logró la adquisición y presentación en tiempo real de los componentes utilizados en el tablero.

Finalmente, se elaboró un manual de prácticas académicas, el cual servirá para que los estudiantes de la carrera de Mantenimiento y Control Industrial obtengan una guía la cual servirá para desarrollar destrezas de control de encendido y apagado de una bomba DC de agua.

## Bibliografía

Alitove. (4 de Mayo de 2021). *Convertidor Fuente de poder 110/220v a 12v-20A.*

Obtenido de [https://www.amazon.com/-/es/dp/B078RTV41D/ref=emc\\_b\\_5\\_i?th=1](https://www.amazon.com/-/es/dp/B078RTV41D/ref=emc_b_5_i?th=1)

Ana , B., Gustavo, B., Diego , C., & Paula, G. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro.* Madrid: Inter-American Development Bank.

Arduino. (4 de Mayo de 2021). *Placa Arduino Uno rev3.* Obtenido de <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

Bustamente, L. (2021). *Diseño mecanico de Tablero de instrumentación .* Santo Domingo de los Tsachilas.

CAMEI . (5 de Mayo de 2021). *Breaker de Protección Eléctrica.* Obtenido de <https://www.camei.com.ec/shop/product/se-ez9f56216-breaker-riel-din-2-polos-16-amperios-curva-c-easy9-1940?page=4>

Corona, L., Abarca, G., & Mares, J. (2014). *Actuadores Aplicaciones con Arduino.* Renacimiento 180, Colonia San Juan TlihuacaAzcapotzalco, México D. F: GRUPO EDITORIAL PATRIA, S.A.

Diaz , J., Meca, J., & Jimenez, J. (2018). *Sistemas de adquisición de datos.* Barcelona: Dialnet.

Farez , O., Honores, K., Rivera , P., & Sánchez, H. (5 de Mayo de 2021). *Funciones del hmi.* Obtenido de <https://xdocs.cz/doc/normativas-de-diseo-para-una-adecuada-implementacion-de-alarmas-loywzyerkw83>

Garcia, E. (5 de Mayo de 2021). *Arduino.* Obtenido de <https://www.tecnneu.com/blogs/noticias/arduino-y-robotica>



González, C. (2009). *Simulación y Robótica* . Obtenido de  
<https://roboticaensecundaria.wordpress.com/>

IFID. (5 de Mayo de 2021). *PROTECCIONES ELÉCTRICAS* . Obtenido de  
<https://institutodeformacionydesarrollo.org/index.php/tecnicos/tecnico-electricidad>

LLamas, L. (2015). *ENCENDER UNA BOMBA DE AGUA CON ARDUINO*. Obtenido de  
<https://www.luisllamas.es/bomba-de-agua-con-arduino/>

Martinez, L. (5 de Mayo de 2021). *Actuadores*. Obtenido de  
<https://www.coursehero.com/file/p6fpf8ps/entradas-anal%C3%B3gicas-a-un-sistema-de-software-y-controlar-dispositivos/>

Moreno, A., & Córcoles, S. (2014). *Aprende Arduino un fin de semana* . Obtenido de  
<https://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/ARDUINO2/Arduinounfinseman.pdf>

Naylampmechatronics. (4 de Mayo de 2021). *Modulo de reles de 8 Canales*. Obtenido de  
<https://naylampmechatronics.com/drivers/177-modulo-relay-8-canales-5vdc.html>

Quispe , F. (5 de Mayo de 2021). *Definicion de Software Libre*. Obtenido de  
<https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/4616/Software%20libre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

S/D. (4 de Mayo de 2021). *Proceso de adquisición de datos*. Obtenido de  
<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19119/1/Sistemas%20de%20adquisici%C3%B3n%20y%20Procesamiento%20de%20datos.pdf>

Twenergy. (4 de Mayo de 2021). *Referencia de energía eléctrica*. Obtenido de  
<https://twenergy.com/energia/energia-electrica/ventajas-de-la-energia-electrica/>

UXCELL. (5 de Mayo de 2021). *LUCES PILOTO*. Obtenido de  
<https://www.amazon.com/-/es/Uxcell-Piloto-Panel-indicador-L%C3%A1mpara/dp/B00OK9HB1I#productDetails>

Vallejo , J. (5 de Mayo de 2021). *Interfaz Hombe Maquina*. Obtenido de  
<https://xdocs.cz/doc/evidencia-un-mundo-sin-trabajo-qnjx5m656p86>

Vargas , H., Martínez, P., Rivera, L., & Zabala, J. (9 de Mayo de 2021). *Funciones que Realiza un HMI*. Obtenido de  
<https://www.coursehero.com/file/79271390/Proyecto-Ergonomiadocx/>