

## Análisis comparativo de un sistema de ventilación forzada utilizado en un invernadero tipo baticenital considerando su colocación, Inyector – Extractor

### Comparative analysis of a forced ventilation system used in a baticenital type greenhouse considering its placement, Inyector - Extractor

FLETES-CAMACHO, Noé Guadalupe†\*, VACA-ROSAS, Jose Miguel, PAREDES-VAZQUEZ, Cesar Paul y RANGEL-SANCHEZ, Jorge

*Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas, División Ingenierías*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Noé Guadalupe, Fletes-Camacho / ORC ID: 000002-2435-6971, Researcher ID Thomson: U-9488-2018

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Jose Miguel, Vaca-Rosas / ORC ID: 0001-9808-1846

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Cesar Paul, Paredes-Vazquez / ORC ID: 0000-0002-4408-9487

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Jorge, Rangel-Sanchez / ORC ID: 0000-0001-8016-0503, Researcher ID Thomson: U-9480-2018

Recibido 28 julio, 2018; Septiembre 12 Junio, 2018

#### Resumen

El objetivo de esta investigación es comprobar de qué manera es más eficaz la colocación (inyector – inyector, inyector – extractor o extractor – extractor) de un sistemas de ventilación forzada dentro de un invernadero tipo baticenital. El invernadero en el cual se realiza la investigación es el de la Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas, el cual cuenta con 8 ventiladores, 4 en un extremo y 4 en el otro; actualmente se encuentran los 8 como inyectores. Se realiza el monitoreo interno y externo de la temperatura y humedad relativa del medio ambiente durante varios días, la parte interna se monitorea por medio de un sensor de temperatura LM35 y un sensor de humedad relativa DHT11 los cuales estarán conectados a un Arduino por medio de LabView. Las variables externas son adquiridas de la estación meteorológica de la universidad “Davis”. Al lograr comprobar cuál de las diferentes combinaciones en la colocación de los ventiladores pueden ser más eficientes en el objetivo de los mismos, se contribuye principalmente en el ahorro energético y la eficiencia en la reducción de la temperatura y la humedad relativa en estos tipos de invernadero.

**Extractor, Inyector, Eficiencia**

#### Resumen

The objective of this investigation is to verify in which way the placement is more effective (injector - injector, injector - extractor or extractor - extractor) of a forced ventilation system inside a greenhouse type. The greenhouse in which the research is carried out is that of the Technological University of Bahía de Banderas, which has 8 fans, 4 at one end and 4 at the other; currently the 8 are found as injectors. The internal and external monitoring of the temperature and relative humidity of the environment is carried out for several days, the internal part is monitored by means of a temperature sensor LM35 and a relative humidity sensor DHT11 which will be connected to an Arduino by means of LabView. The external variables are acquired from the meteorological station of the university "Davis". By achieving to verify which of the different combinations in the placement of the fans can be more efficient in the objective of the same, it contributes mainly in energy saving and efficiency in the reduction of temperature and relative humidity in these types of greenhouse

**Extractor, Inyector, Efficiency**

**Citación:** FLETES-CAMACHO, Noé Guadalupe, VACA-ROSAS, Jose Miguel, PAREDES-VAZQUEZ, Cesar Paul y RANGEL-SANCHEZ, Jorge. Análisis comparativo de un sistema de ventilación forzada utilizado en un invernadero tipo baticenital considerando su colocación, Inyector – Extractor. Revista de Ingeniería Mecánica. 2018. 2-7: 21-29.

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: ngfletes@utbb.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El desarrollo de cultivos que se realiza bajo cubiertas plásticas como malla sombra u otro tipo de material y en condiciones ambientales controladas, se conoce como Agricultura Protegida. Por ejemplo en México se produce tomate rojo, a esta hortaliza se dedican 3,281 hectáreas para su cultivo bajo malla sombra y 731 hectáreas en invernadero, es decir un total de 4,012 has. Las variedades que se siembran son: bola, uva, saladette y cherry. (SAGARPA, 2018)

El crecimiento de los cultivos bajo invernadero en México, se ha visto frenado por factores relacionados con el control del clima. El clima producido dentro del invernadero es en gran medida una consecuencia de las condiciones ambientales del lugar donde se localiza el invernadero y del diseño del mismo; así como de la configuración y operación de los sistemas de control como el sistema de ventilación. (Jorge Flores Velázquez, 2014)

En ocasiones la ventilación en los invernaderos no es suficiente para proporcionar adecuadas tasas de renovación de aire que es necesario para la transpiración, respiración y fotosíntesis de los cultivos. La ventilación forzada es una técnica de control climático que complementa a la ventilación natural cuando hay poco viento y la renovación interior del aire es insuficiente.

El invernadero baticenital cuenta con ventilación tipo cenital, lateral y frontal en diferentes partes de su estructura, lo que favorece la aireación dentro del invernadero, ya que esta característica funciona como un sistema de ventilación natural, debido a que permite que el aire se establezca entre las ventilas cenitales, las centrales y laterales de cada túnel, esto facilita el desalojo del aire caliente acumulado bajo la cubierta. (Hidroponia, 2016)

## Planteamiento

Dentro de un invernadero tipo baticenital la combinación de apertura de ventanas laterales y cenitales aumenta la uniformidad térmica del invernadero en 30 %, debido a un flujo mayor de entrada /salida por la ventana cenital que aporta aire fresco al ambiente interior manteniendo gradientes máximos de 5 a 8 K. (Flores Velázquez Jorge, 2014)

El riesgo de transmisión de virus por insectos ha obligado a establecer mallas anti-áfidos en las entradas de la ventilación natural de los invernaderos tipo baticenital. Sin embargo, esto ha provocado una disminución en la eficiencia del control de clima dentro del invernadero.

La solución a esta disminución en la ventilación natural, fue la instalación de sistemas de ventilación forzada, para incrementar las renovaciones de aire o en su defecto igualarla a la condición anterior (sin mallas anti-áfidos).

Al comparar los sistemas de ventilación natural con los sistemas de ventilación forzada diseñados a 15 y 30 renovaciones de aire por hora.

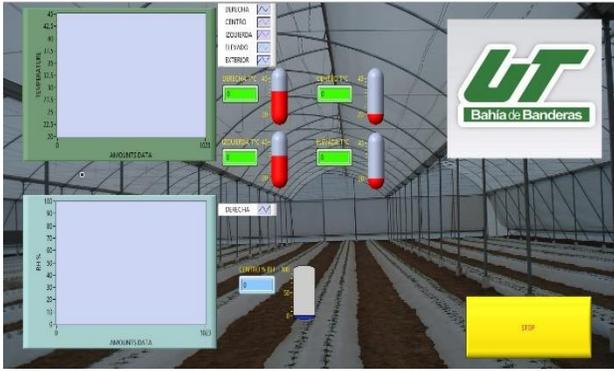
Los resultados indicaron que las renovaciones de aire estudiadas en los sistemas de ventilación forzada, no tuvieron cambios significativos en el control del microclima del interior del invernadero. El rendimiento de fruto no fue afectado por el sistema de ventilación forzada.

Con base en los resultados obtenidos, es posible afirmar que el sistema de ventilación forzada con índices de diseño de 15 y 30 renovaciones de aire por hora tiene el mismo efecto que el sistema de ventilación natural en el rendimiento de tomate. (Marco A. Arellano García, 2011)

Sin embargo es importante hacer un comparativo de la ventilación forzada en cuanto a la posición de los ventiladores (inyectando, extrayendo, inyectando - extrayendo). El objetivo de esta investigación es comprobar de qué manera es más eficiente la colocación de la ventilación forzada dentro del invernadero tipo baticenital de la UTBB.

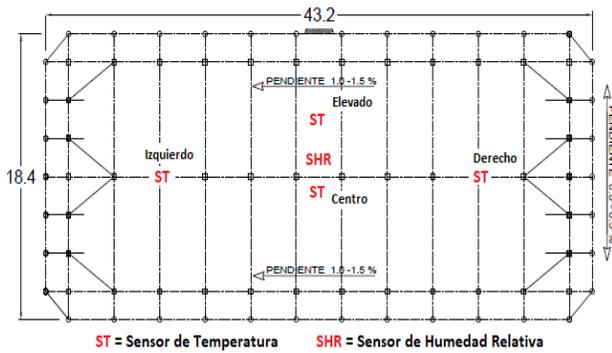
La Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas (UTBB) tiene un invernadero tipo Baticenital con ventilación forzada ubicado en el occidente de la República Mexicana (20°42'33.7"N.





**Figura 5** Interfaz gráfica de medición de variables  
Fuente: *Elaboración Propia*

Los sensores estarán ubicados en diferentes puntos (Figura 6) dentro del invernadero, esto para monitorear el comportamiento de las mismas.



**Figura 6** Ubicación de sensores  
Fuente: *Elaboración Propia*

**Estación meteorológica Davis**

La estación meteorología con que cuenta la universidad es de grado científico, es una Davis Vantage ProTM (figura 7) que cuenta con un módulo de Sensores integrados que mide las siguientes variables meteorológicas:

- Velocidad del Viento
- Dirección del Viento
- Precipitación
- Temperatura Exterior
- Humedad Exterior



**Figura 7** Estación meteorológica Davis ProTM.  
Fuente: (DAVIS, 2018)

De esta estación se obtienen los datos de la temperatura y la humedad relativa para ser comparados con los datos obtenidos dentro del invernadero puesto que es imposible realizar la medición con las mismas condiciones climatológicas.

**Mediciones de variables con ventiladores como Inyectores**

En las tabla 1 y 2 se muestran las mediciones de temperatura y humedad relativa con inyección forzada de aire (Figura 8), obtenida de los sensores de temperatura LM35 y DHT11 de humedad relativa con conexión a ARDUINO y con una interfaz por medio del LabVIEW fecha de medición 25/julio/2018. Duración de la medición 2 horas (10:20 am a 12:20 pm).

Temperatura, inyección forzada de aire			
Derecha °C	Centro °C	Izquierda °C	Elevado °C
41.16	41.65	43.12	44.59
40.18	41.16	42.63	45.08
41.65	42.14	42.63	45.08
38.71	42.14	41.65	41.16
39.2	41.16	41.16	40.18
38.71	41.16	40.67	40.67
38.71	39.69	40.18	40.67
39.2	41.65	40.67	40.67
38.71	41.16	40.67	39.69
38.22	40.67	40.67	40.67
38.22	41.65	40.67	40.18
38.71	43.12	41.16	40.18
39.69	41.65	41.16	41.65
38.71	41.65	40.67	41.16
39.2	42.63	40.18	42.63
39.2	42.14	40.18	43.61
38.71	41.16	41.16	43.61
38.71	41.16	40.18	42.14
39.2	42.14	40.67	40.67
39.2	41.65	40.18	42.14
39.1685	41.4925	41.0375	41.89675
Promedio de Temperaturas			

**Tabla 1** Datos de temperatura en diferente localización del invernadero con inyección forzada de aire  
Fuente: *Elaboración Propia*

Humedad relativa inyección forzada de aire	
RH %	
25/07/2018 10:21	51.8
25/07/2018 10:25	51.9
25/07/2018 10:30	47.5
25/07/2018 10:35	49.3
25/07/2018 10:40	46.2
25/07/2018 10:45	47.7
25/07/2018 10:50	45.5
25/07/2018 10:55	41
25/07/2018 11:00	42.8
25/07/2018 11:05	43.6
25/07/2018 11:10	41.8
25/07/2018 11:15	41.7
25/07/2018 11:20	43
25/07/2018 11:25	39.7
25/07/2018 11:30	40.3
25/07/2018 11:35	38.5
25/07/2018 11:40	41.4
25/07/2018 11:45	37.8
25/07/2018 11:50	42.4
25/07/2018 11:55	39.7
25/07/2018 12:00	43.7
25/07/2018 12:05	44.7
25/07/2018 12:10	40.7
25/07/2018 12:15	47
25/07/2018 12:20	45.3
<b>PROMEDIO RH%</b>	<b>43.70916667</b>

**Tabla 2** Datos de humedad relativa del invernadero con inyección forzada de aire

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 8** Ventiladores como inyectores

Fuente: Elaboración Propia

Se muestran solo 20 y 25 valores de las temperaturas y humedad relativa obtenidas, el total de mediciones en el lapso de la prueba fue de 300 y 130 mediciones. En las tablas 3 y 4 se muestran las mediciones de temperatura y humedad relativa, obtenidas de la estación meteorológica Davis Vantage PRO2, fecha de medición 25/julio/2018. Duración de la medición 2 horas.

Las mediciones se realizan cada 10 min por lo cual se plasma el muestreo de 16 mediciones de temperaturas y humedad relativa exteriores obtenidas.

Temperatura Exterior. Mediciones; Estación Davis UTBB	
HORA	°C
10:20:00 a. m	31.2
10:30:00 a. m	31.5
10:40:00 a. m	31.8
10:50:00 a. m	32.3
11:00:00 a. m	32.8
11:10:00 a. m	33.2
11:20:00 a. m	32.8
11:30:00 a. m	32.2
11:40:00 a. m	32.1
11:50:00 a. m	31.7
12:00:00 p. m	31.6
12:10:00 p. m	31.6
12:20:00 p. m	31.6
12:30:00 p. m	31.8
12:40:00 p. m	31.6
12:50:00 p. m	31.3
<b>Promedio</b>	<b>31.94375</b>

**Tabla 3** Datos de temperatura exterior obtenidos de estación meteorológica para comparativa con inyección

Fuente: Elaboración Propia

Humedad Relativa Exterior. Mediciones Estación Davis Utbb	
HORA	RH %
10:20:00 a. m	68
10:30:00 a. m	66
10:40:00 a. m	63
10:50:00 a. m	63
11:00:00 a. m	62
11:10:00 a. m	63
11:20:00 a. m	68
11:30:00 a. m	69
11:40:00 a. m	70
11:50:00 a. m	72
12:00:00 p. m	72
12:10:00 p. m	73
12:20:00 p. m	74
12:30:00 p. m	73
12:40:00 p. m	74
12:50:00 p. m	75
<b>Promedio</b>	<b>69.0625</b>

**Tabla 4** Datos de humedad relativa exterior obtenidos de estación meteorológica para comparativa con inyección

Fuente: Elaboración Propia

### Mediciones de variables con ventiladores como Inyector-Extractor

Para esta medición se invirtieron 4 ventiladores del extremo izquierdo quedando como extractores (imagen 9) y los otros 4 quedaron como inyectores.

FLETES-CAMACHO, Noé Guadalupe, VACA-ROSAS, Jose Miguel, PAREDES-VAZQUEZ, Cesar Paul y RANGEL-SANCHEZ, Jorge. Análisis comparativo de un sistema de ventilación forzada utilizado en un invernadero tipo batocentral considerando su colocación, Inyector – Extractor. Revista de Ingeniería Mecánica. 2018.



**Figura 9** Ventiladores montados como inyector-extractor

Las tablas 5 y 6 muestran las mediciones de temperatura y humedad relativa con inyección y extracción forzada de aire, fecha de medición 6/julio/2018. Duración de la medición 2 horas (18:10 a 20:40).

Se muestran 20 y 25 valores de las temperaturas y humedad relativa obtenidas, el total de mediciones en el lapso de la prueba fue de 300 y 130 mediciones.

Temperatura, inyección y extracción forzada de aire			
Derecha °C	Centro °C	Izquierda °C	Elevado °C
38.71	36.26	40.18	40.67
38.71	37.24	39.69	39.69
38.22	38.22	38.71	38.71
38.22	37.24	38.71	38.22
38.22	37.73	38.71	39.69
36.75	36.75	37.73	39.2
36.26	36.26	37.73	42.14
36.26	35.77	37.24	37.24
36.26	35.28	37.24	44.59
36.75	35.77	37.24	44.59
36.26	36.26	37.24	45.08
36.75	35.77	36.75	41.65
35.77	35.28	36.26	42.14
36.26	35.28	36.26	42.14
35.77	35.77	36.75	52.43
35.28	35.28	36.26	59.78
34.79	35.28	35.28	37.24
34.79	35.28	35.77	37.73
33.81	34.3	35.77	37.24
34.3	34.3	34.79	35.77
36.4040	35.9052	37.1855	40.6307

**Tabla 5** Datos de temperatura en diferente localización del invernadero con inyección-extracción forzada de aire  
Fuente: Elaboración Propia

Humedad relativa inyección forzada de aire	
RH %	
06/07/2018 18:10	56.5
06/07/2018 18:15	61.8
06/07/2018 18:20	58.6
06/07/2018 18:25	60.9
06/07/2018 18:30	61.3
06/07/2018 18:35	61.4
06/07/2018 18:40	66.5
06/07/2018 18:45	60.2
06/07/2018 18:50	63.6
06/07/2018 18:55	61.1
06/07/2018 19:00	63
06/07/2018 19:05	61.7
06/07/2018 19:10	64.7
06/07/2018 19:15	64.5
06/07/2018 19:20	63.1
06/07/2018 19:25	60.8
06/07/2018 19:30	64.5
06/07/2018 19:35	66.6
06/07/2018 19:40	66.4
06/07/2018 19:45	66.4
06/07/2018 19:50	69.7
06/07/2018 19:55	67.2
06/07/2018 20:00	66.7
06/07/2018 20:05	69.6
06/07/2018 20:10	72.1
Promedio RH%	63.9252

**Tabla 6** Datos de humedad relativa del invernadero con inyección-extracción forzada de aire  
Fuente: Elaboración Propia

En las tabla 7 y 8 se muestran las mediciones de temperatura y humedad relativa, obtenidas de la estación meteorológica Davis Vantage PRO2, fecha de medición 06/julio/2018. Duración de la medición 2 horas.

Temperatura Exterior. Mediciones; Estación Davis Utbb	HORA	°C
18:10	31.6	
18:20	31.3	
18:30	31.3	
18:40	31.2	
18:50	31.2	
19:00	31.1	
19:10	31	
19:20	31.1	
19:30	31.1	
19:40	31	
19:50	30.8	
20:00	30.7	
20:10	30.7	
20:20	30.6	
20:30	30.6	
20:40	30.7	
Promedio	31	

**Tabla 7** Datos de temperatura exterior obtenidos de estación meteorológica para comparativa con inyector-extractor  
Fuente: Elaboración Propia

FLETES-CAMACHO, Noé Guadalupe, VACA-ROSAS, Jose Miguel, PAREDES-VAZQUEZ, Cesar Paul y RANGEL-SANCHEZ, Jorge. Análisis comparativo de un sistema de ventilación forzada utilizado en un invernadero tipo baticenital considerando su colocación, Inyector – Extractor. Revista de Ingeniería Mecánica. 2018.

Humedad Relativa Exterior. Mediciones; Estacion Davis UTBB	
Hora	RH %
18:10	80
18:20	81
18:30	80
18:40	79
18:50	80
19:00	80
19:10	81
19:20	82
19:30	81
19:40	82
19:50	82
20:00	82
20:10	83
20:20	83
20:30	82
20:40	83
Promedio	81.3125

**Tabla 8** Datos de humedad relativa exterior obtenidos de estación meteorológica para comparativa con inyector-extractor

Fuente: Elaboración Propia

### Mediciones de variables con ventiladores como extractores

Por último, se colocaron los 8 ventiladores como extractores para realizar las mediciones. En las tablas 9 y 10 se muestran las mediciones de temperatura y humedad relativa con extracción forzada de aire, obtenida de los sensores de temperatura LM35 y DHT11, fecha de medición 16/julio/2018. Duración de la medición 2 horas.

Temperatura, extracción forzada de aire			
Derecha °C	Centro °C	Izquierda °C	Elevado °C
41.65	43.61	43.12	44.59
43.12	46.55	44.1	45.08
43.61	47.04	44.59	45.08
42.63	44.59	44.59	45.08
44.1	46.06	44.1	45.08
42.14	44.59	43.61	45.57
41.16	43.12	42.14	43.61
40.18	44.1	42.14	44.1
42.14	45.08	42.63	45.08
40.18	45.57	41.65	44.59
41.16	46.55	42.14	44.1
40.18	46.55	41.65	44.59
39.69	46.55	42.14	44.59
41.16	46.06	41.16	43.12
39.69	45.08	40.67	41.65
38.71	45.08	40.67	42.14
39.69	45.08	40.67	41.16
39.2	45.08	40.67	42.14
39.2	44.1	40.67	40.18
40.18	44.59	40.67	40.18
40.8117	45.2558	41.9487	43.4819

**Tabla 9** Datos de temperatura en diferente localización del invernadero con extracción forzada de aire

Fuente: Elaboración Propia

Humedad relativa extracción forzada de aire	
RH %	
16/07/2018 13:24	42.1
16/07/2018 13:29	38.1
16/07/2018 13:34	39.1
16/07/2018 13:39	38.9
16/07/2018 13:44	40
16/07/2018 13:49	40.4
16/07/2018 13:54	41
16/07/2018 13:59	50.6
16/07/2018 14:04	52
16/07/2018 14:09	44.6
16/07/2018 14:14	48.5
16/07/2018 14:19	48.7
16/07/2018 14:24	47.4
16/07/2018 14:29	47.2
16/07/2018 14:34	47.7
16/07/2018 14:39	47.7
16/07/2018 14:44	47.5
16/07/2018 14:49	46.1
16/07/2018 14:54	49
16/07/2018 14:59	48.8
16/07/2018 15:04	46.8
16/07/2018 15:09	50.5
16/07/2018 15:14	50.8
16/07/2018 15:19	52.5
16/07/2018 15:24	50.9
Promedio RH%	46.276

**Tabla 10** Datos de humedad relativa del invernadero con extracción forzada de aire

Fuente: Elaboración Propia

En las tablas 11 y 12 se observan las mediciones de temperatura y humedad relativa, obtenidas de la estación meteorológica Davis Vantage PRO2, fecha de medición 16/julio/2018. Duración de la medición 2 horas.

Temperatura Exterior. Mediciones; Estación Davis UTBB	
HORA	°C
16/07/2018 13:20	31.2
16/07/2018 13:30	31
16/07/2018 13:40	31.2
16/07/2018 13:50	31.2
16/07/2018 14:00	31
16/07/2018 14:10	30.9
16/07/2018 14:20	30.8
16/07/2018 14:30	31.1
16/07/2018 14:40	31
16/07/2018 14:50	30.7
16/07/2018 15:00	30.7
16/07/2018 15:10	30.9
16/07/2018 15:20	31.1
16/07/2018 15:30	31.2
16/07/2018 15:40	31.2
16/07/2018 15:50	31.4
Promedio	31.0375

**Tabla 11** Datos de temperatura exterior obtenidos de estación meteorológica para comparativa con extractor

Fuente: Elaboración Propia

Humedad Relativa Exterior. Mediciones; Estación Davis UTBB	
Hora	RH %
16/07/2018 13:20	71
16/07/2018 13:30	71
16/07/2018 13:40	73
16/07/2018 13:50	72
16/07/2018 14:00	75
16/07/2018 14:10	73
16/07/2018 14:20	74
16/07/2018 14:30	73
16/07/2018 14:40	74
16/07/2018 14:50	74
16/07/2018 15:00	75
16/07/2018 15:10	75
16/07/2018 15:20	74
16/07/2018 15:30	74
16/07/2018 15:40	74
16/07/2018 15:50	71
<b>Promedio</b>	<b>73.3125</b>

**Tabla 12** Datos de humedad relativa exterior obtenidos de estación meteorológica para comparativa con extractor  
Fuente: Elaboración Propia

### Comparativos resultados de obtenidos

En la tabla 13 se muestran los promedios temperatura y humedad relativa obtenidos de los sensores colocados dentro del invernadero y de los sensores de la estación meteorología de la UTBB.

Comparativa De Variables Climatológicas		Temperatura promedio (°C)	Humedad relativa promedio (%)
Ventiladores como inyector (Arreglo 1)	Invernadero	40.89	43.70
	Estación meteorológica	31.94	69.06
Ventiladores como inyector-extractor (Arreglo 2)	Invernadero	37.53	63.92
	Estación meteorológica	31	81.31
Ventiladores como extractor (Arreglo 3)	Invernadero	42.87	46.27
	Estación meteorológica	31.03	73.31

**Tabla 13** Comparativa de promedios de resultados obtenidos en las mediciones con los diferentes arreglos de los ventiladores  
Fuente: Elaboración Propia

Es muy interesante que con el arreglo 2 (Inyector-extractor) se consigue bajar más la temperatura del interior de invernadero comparado con el arreglo 1 y 3; no obstante la humedad relativa fue mayor, lo que disminuiría el efecto de enfriamiento evaporativo del espacio (DR. John R. Watts, 1986).

Se puede deducir que si la humedad relativa en el arreglo 2 fuese similar a los casos 1 y 3 se esperaría una menor temperatura promedio en el interior del invernadero.

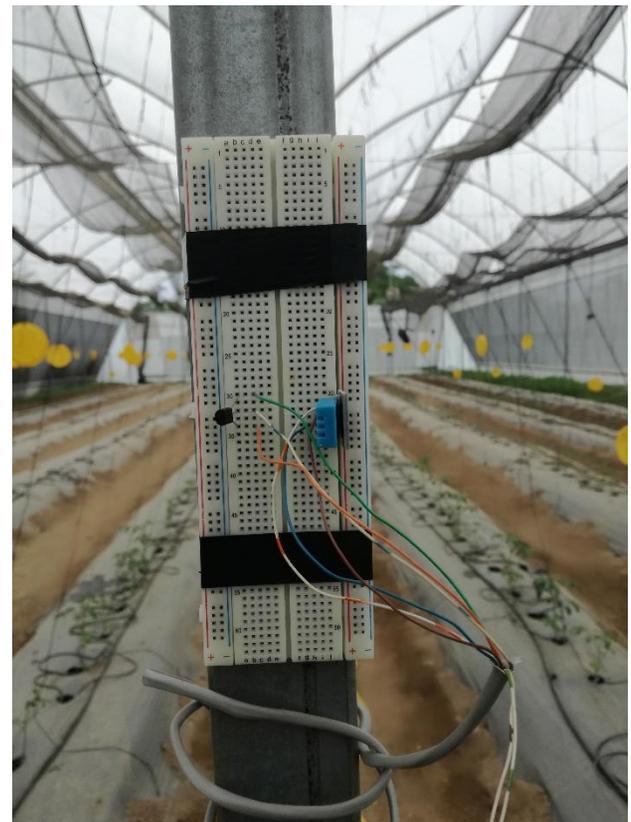
### Conclusiones

Se puede inferir por medio de los resultados obtenidos que la colocación de los ventiladores Inyector-extractor es la manera más eficiente de aprovechar dicha ventilación forzada puesto que se logró bajar un poco más la temperatura en relación con los otros casos, además de que la humedad relativa se mantuvo dentro del rango requerido por las plantas que es entre un 55 y 65 %.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas por otorgar todas las facilidades en el desarrollo del presente artículo, muy especialmente al área de Agricultura Sustentable por permitirnos realizar los cambios necesarios dentro del invernadero para efectuar las mediciones de las variables climatológicas.

### Anexos



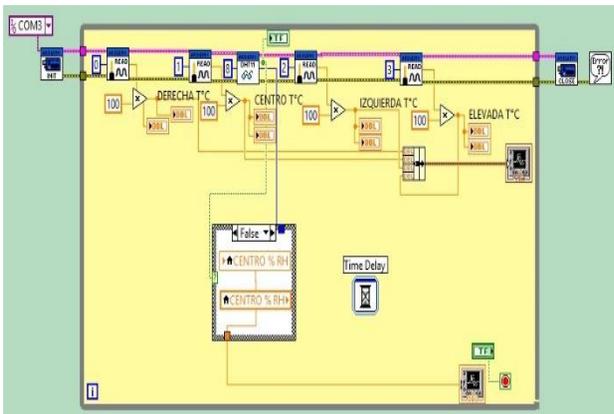
**Anexo 1** Montaje de Sensores en el protoboard



Anexo 2 Maniobra de cambios de ventiladores



Anexo 3 Monitoreo interno de temperatura y humedad relativa



Anexo 4 Diagrama de bloques en LabVIEW para el monitoreo de la de temperatura y humedad relativa.

## Referencias

agricola, A. e. (19 de 11 de 2013). Alzados generales. Nuevo Vallarta, Nayarit.

ARDUINO. (5 de 07 de 2018). *ARDUINO.cl*. Obtenido de <http://arduino.cl/arduino-uno/>

DAVIS. (4 de 07 de 2018). *VANTAGE PRO2*. Obtenido de <https://www.davisinstruments.com/solution/vantage-pro2/>

DR. John R. Watts, P. (1986). *Evaporative Air Conditionig HANDBOOK*. New York: CHAPMAN & HALL.

Flores Velázquez Jorge, L. C. (2014). Evaluación del desempeño climático de un invernadero baticenital del centro de México mediante dinámica de fluidos computacional (CFD). *AGROCIENCIA*, 131-146.

Hidroponia. (27 de 05 de 2016). *HIDROPONIA.MX*. Obtenido de <http://hidroponia.mx/invernadero-baticenital-que-es/>

Jorge Flores Velázquez, F. V. (2014). Diseño de un sistema de ventilación forzada para un invernadero cenital usando CFD. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 303-316.

Marco A. Arellano García, D. L. (2011). Ventilación natural y forzada de invernaderos tipo Almería y su relación con el rendimiento de tomate. *Terra Latinoamericana*.

SAGARPA. (4 de Enero de 2018). *ecretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/productos-que-nos-ofrece-la-agricultura-prottegida?idiom=es>