El mundo después de París:
construyendo el futuro
17-21 OCTUBRE 2016

6to Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático

“ Análisis de la capacidad de enfriamiento evaporativo directo de un elemento vegetal ”

José Alberto Méndez Gómez*, Carlos Javier Esparza López

Sede Regional: Centro Occidente

Fecha: 19/10/2016

Introducción

- La vivienda social en los últimos años se ha visto limitada en la calidad del diseño de espacios interiores.
- Condiciones no óptimas para los habitantes.
- Ventilación, iluminación, privacidad etc.
- No se cuenta con ninguna medida para el mejoramiento térmico de los espacios mediante estrategias pasivas de climatización.
- La implementación de la vegetación.
- Enfriamiento evaporativo.

Antecedentes

- Victor Olgyay (2013) dice que la morfología de las plantas es causada por la condiciones ambientales.

  - Climas extremos los elementos vegetales son de forma compacta. (*resistir vientos, frío, calor y sequías).*

  - Climas templados, adquieren formas más abiertas y de mayor tamaño.

  - Cálidos húmedos sus hojas son de mayor tamaño

  - Estas condiciones se asemejan a las de un invernadero *(humedad, calor y lluvia)*

- Jacobo (2004), retomar parte de sus procesos de adaptabilidad e implementarlas a nuestra arquitectura.

- Abreu y Labaki. (2008)

- Alcántara. (2000)

- Velasco (2005) y Carbajal.(2009)

- López (2010)

Antecedentes

Enfriamiento Evaporativo

El enfriamiento evaporativo es el proceso de enfriamiento y humidificación basado en el principio de pasar agua de estado líquido ha estado gaseoso, creando una mezcla de aire-agua.

Enfriamiento Evaporativo por vegetación

- Arquitectura tradicional de los árabes.
- En la investigación realizada por Y., H., H., & Rosenferld., (1986), de mostraron que el incremento de la vegetación en espacios urbanos, puede disminuir hasta en un 50 %.
- Determinaron que de un 10 % al 20 % son las ganancias de ahorro por parte del sombreo de la vegetación.

Antecedentes

Traspiración:

La transpiración consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior devolución hacia la atmósfera.

Gates (1979)

$$E = \frac{s^{d}_{\ell}(T_{\ell}) - [r.h.]\, s^{d}_{a}(T_{a})}{r_{\ell} + r_{a}}$$

E Transpiración

$[r.h.]$, Humedad relativa.

$s^{d}\ell$ Densidad de saturación de la hoja.

$(s^{d}a)$ Densidad de saturación del aire,

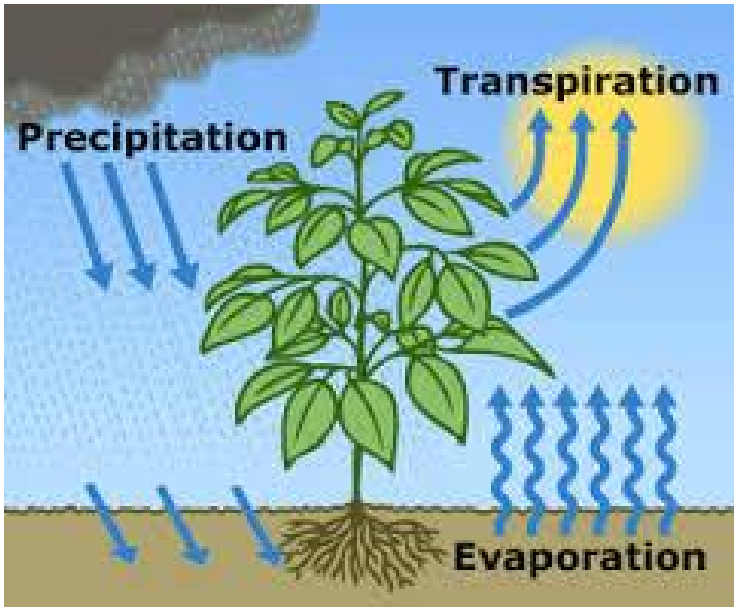
r_{ℓ} Resistencia de la hoja,

r_{a} Resistencia del aire.

Antecedentes

Evapotranspiración:

FAO, denomina evapotranspiración (ET) “la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo”.



$$ETP = 0.61\frac{\Delta}{\Delta + \gamma}R_i - 0.12$$

ETP = Evapotranspiración.

γ Es la pendientes de la curva de saturación en función de la temperatura media diaria del aire.

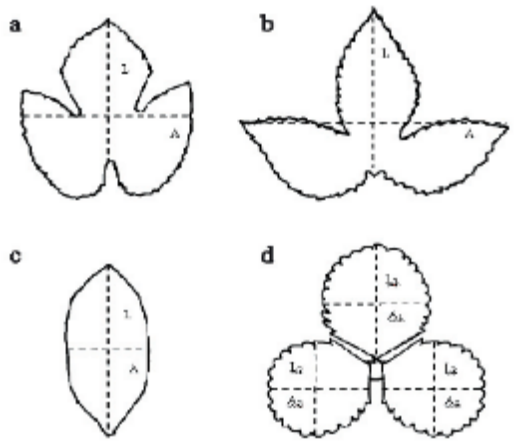
Δ Es la constante psicométrica.

R_1 Es la radiación global incidente expresada en mm/d de agua evaporada.

Variables de una planta

Área foliar:

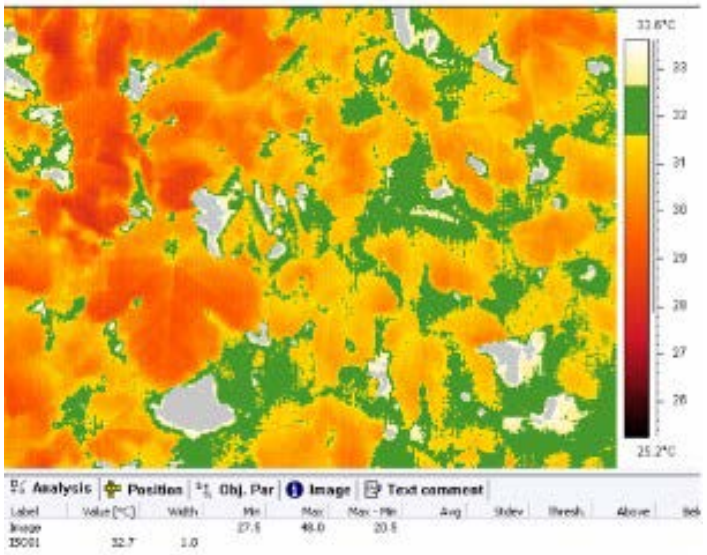
- La estimación del área foliar constituye un índice importante para establecer la capacidad de las plantas.
- Interceptan la luz para realizar fotosíntesis y producir bienes agrícolas.
- (Galindo & Clavijo, 2007,p.39,40,42) demostraron que especialmente el largo y ancho de las hojas.



Variables de una planta

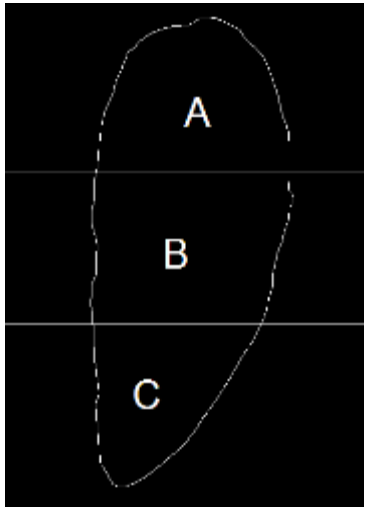
Temperatura.

- (Almorox, 2010), (Stanley S, Lorenzo G., 2012)
- Cero vegetación.
- Temperatura óptima.
- Temperatura umbral o límite.
- Temperatura letal.



Densidad estomática.

- El número y aperturas de los estomas se relaciona directamente con la transpiración
- Mientras menos cantidad de estomas tenga una hoja, mayor será la resistencia estomática evitando así un exceso de transpiración
- También dependen de las condiciones de humedad y de la cantidad de salinidad que pueda tener el sustrato.



Materiales y metodología.

Experimento

- En la cancha de futbol del Campus en la delegación 4.
- Se realizó un monitoreo en 8 puntos.
- Temporada cálida húmeda y Temporada Cálida seca.
- Medición transversal de 5 días con malla y 5 días sin malla.

- Temperatura de bulbo seco 1 hr.
- Temperatura de bulbo negro 1 hr.
- Humedad relativa 1 hr.
- Velocidad de viento

- 1seg. durante 5 minutos en tres momentos diferentes del día.

- Mañana, Medio día, Tarde noche.

Instrumentos de medición:

- Data-Logger tipo HOBO, H12 Y H08.
- Anemómetro modelo HD2103.2 marca Delta OHM.

Materiales y metodología.

Experimento

Calibración de instrumentos de medición y abrigos.

- Se lanzaron durante 4 días bajo condiciones controladas.

Módulos experimentales:

- 8 jaulas con malla electro-soldada de 1m3 cada una,
- 3 módulos tendrán una especie vegetal real
- 3 tendrán una maqueta de la especie veg.
- 2 serán los testigos, un con malla para invernadero y otro sin malla.

Materiales y metodología.

Experimento

Ubicación de los Módulos Experimentales:

- Medidas equidistantes.
- Orientación de norte – sur.
- En formación de traslape entre los módulos
- Separación de dos veces más la altura de cada módulo, dando como resultado una separación de 3 mts entre cada uno.
- Se colocó lámina de poliestireno de 5cm (2.5”).

Selección de especies Vegetales:

Las especies se eligieron de una biota diferente, siendo estas plantas de condiciones extremas las cuales fueron:

- Palma areca
- Nopal
- Hoja elegante

Materiales y metodología.

Experimento

Elaboración de Abrigos:

- Se hicieron abrigos de tuvo de PVC de 6” y 4“.

Ubicación de los instrumentos de medición:

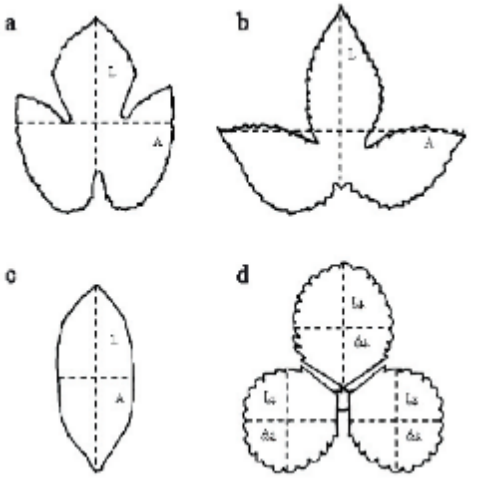
- Dataloguers parte media superior del módulo, sujetados por medio de un alambre recocido.
- A la misma altura 10 cm.
- Anemómetros sujetados por medio de una malla plástica situada en la parte media superior del módulo.

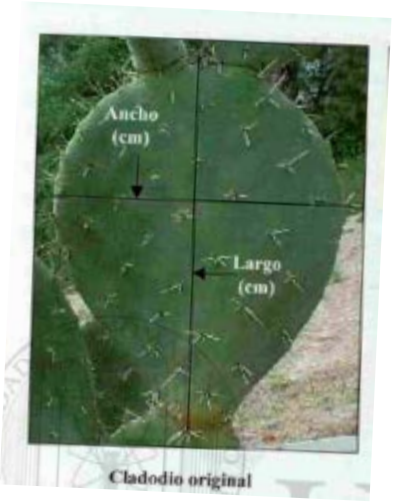
Materiales y metodología.

Experimento

Obtención de muestras:

- Elegante: La medición de largo y ancho.
- Se creará un rango de medidas máximas y mínimas.
- Palma: Se contarán las hojas en la parte intermedia.
- Nopal: **Largo, ancho y espesor** de la parte superior de la penca. (Galindo & Clavijo, 2007), (Ejército, 2010), (Molina Velázquez, 2001).





Área foliar:

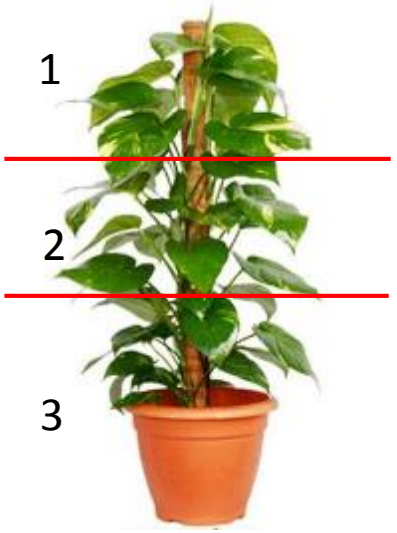
- Se tomará una foto de la muestra.
- Será procesada en auto-cad (Rincón Guerrero, Olarte Quintero, & Pérez Naranjo, 2012).

Materiales y metodología.

Experimento

Edad de la Hoja:

- Se tomarán solo las hojas dentro de los nudos 4 – 8.
- Se encuentren en la parte media.



Temperatura superficial de la hoja:

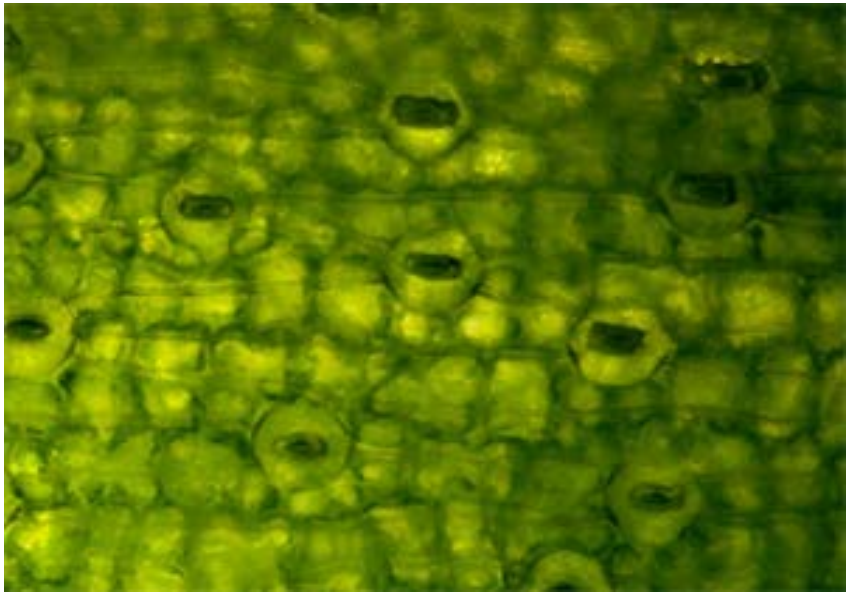
- Cámara Flir modelo i7
- Control la variable del color.

Materiales y metodología.

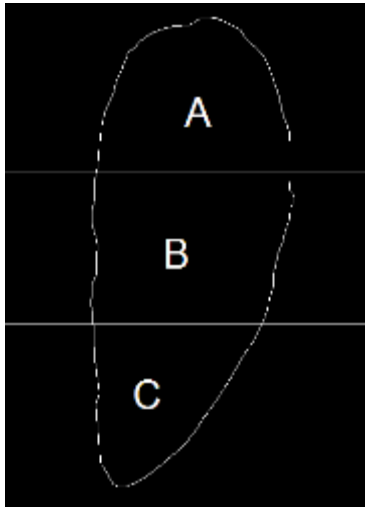
Experimento

Densidad estomática:

- Las hojas obtenidas se seccionaran en tres partes.
- Se analizarán las muestras obtenidas en un microscopio con una capacidad de zoom de 40 X.

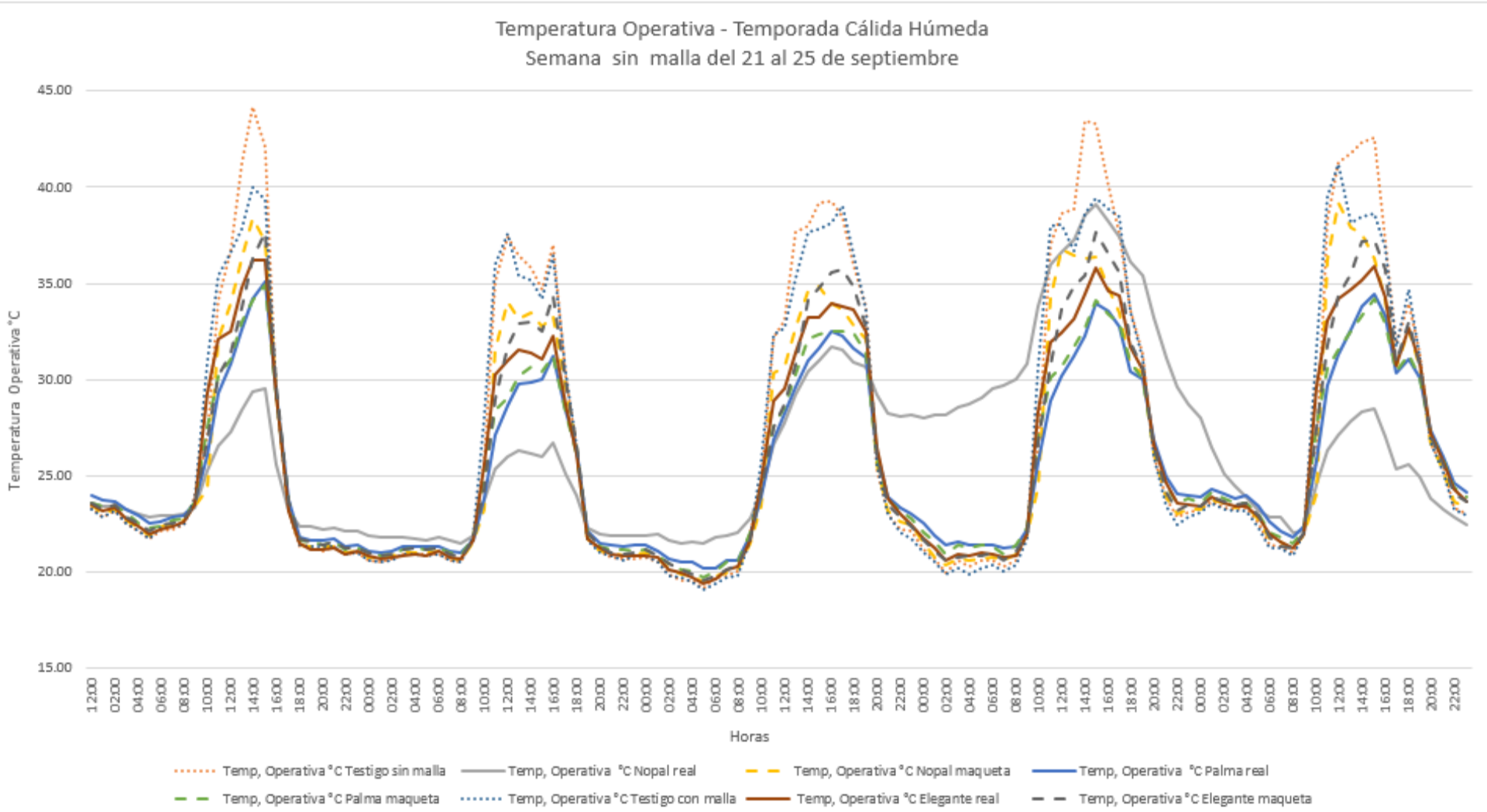


IE=(NE+100)/(CE+NE)



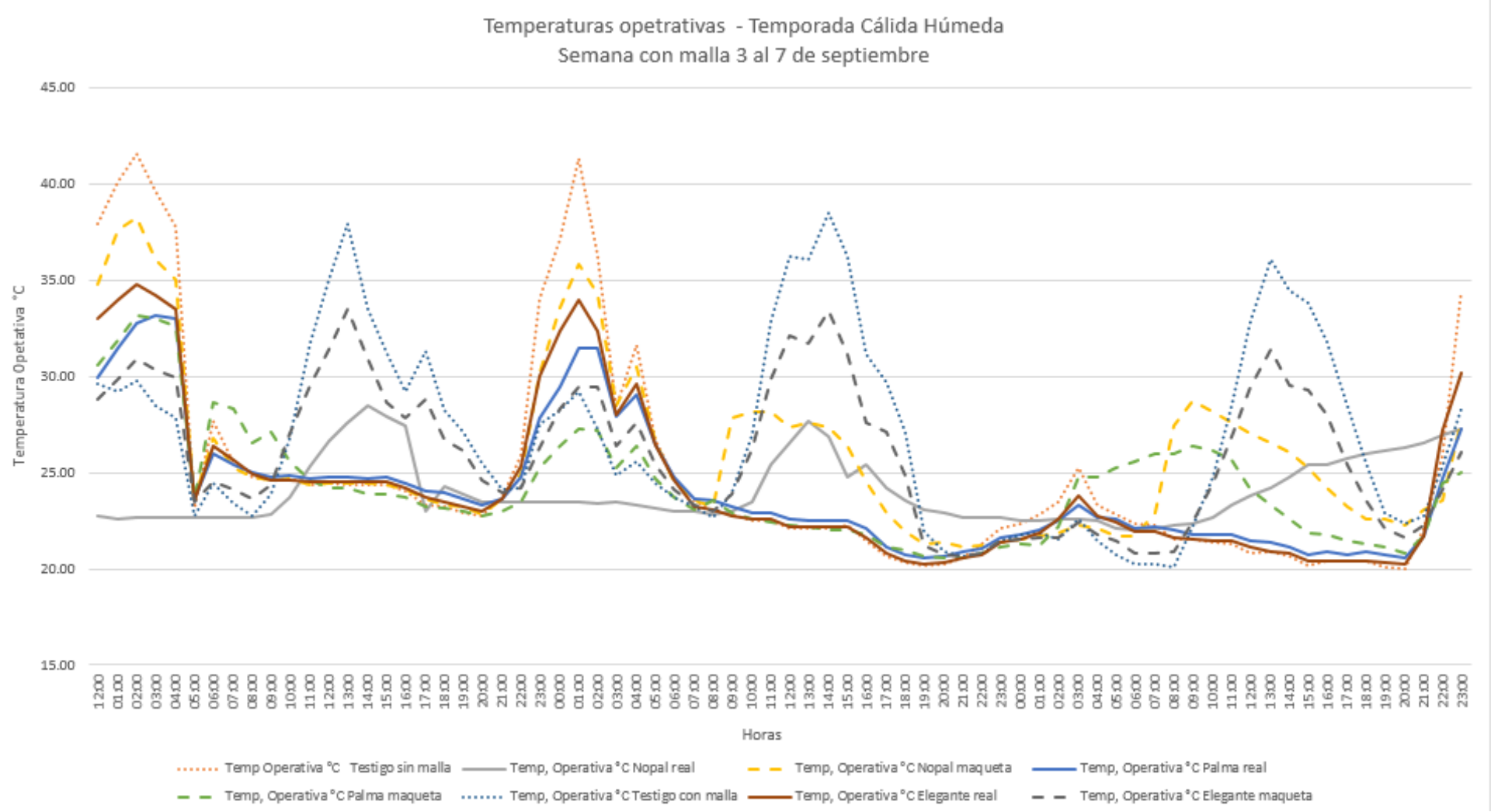
IE= Índice estomático.
NE= Número de estomas por campo de observación .
CE= Número de células epidérmicas por campos de observación.

Resultados.



Nopal	Elegante	Palma
0.08	0.17	1.47

Resultados.



Nopal	Elegante	Palma
9.78	0.01	1.34

Conclusión

- El comportamiento registrado en la semana sin malla las oscilaciones fueron similares presentando mayores temperaturas encontrando pequeñas diferencias entre cada grupo
- En la semana con malla se presentan comportamientos irregulares, pero con menor oscilaciones, menor temperaturas, diferencias significativas.
- En ambos casos el nopal es el que presenta mejor comportamiento.
- La masa vegetal.
- El aire en el exterior.
- Temporada Cálida Húmeda y Cálida Seca.
- Es necesario conocer los procesos y variables que se presentan en una planta.

Referencias.

- Jacobo, G. J. (2004). La naturaleza como ejemplo ideal de una arquitectura bioclimática ecológica. Resumen T-090.
- Abarca López, J. (2011). *Análisi experimental de cubiertas verdes en dispositivos semifijos.* Colima.
- Abreu-Harbich, L. V., & Labaki, L. C. (2008). Evaluation of the radius of influence of different arboreal species in microclimate provided by vegetation. *PLEA 2008 – 25th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Dublin, 22nd to 24th October 2008*, 4-6.
- Alain Guyot, J. L. (1983). *Arquitectura bioclimática.* México : Ediciones G. Gili, S.A.
- Almorox , J. A. (2010). *Acción de la temperatura sobre la vegetación* . Madrid.
- Bautista D, F., Bautista, D., & Delgado - Carranza, C. (2009). Calibration of the equations of hargreaves and thornthwaite to estimate potential evapotranspiration in semi-arid and subhumid tropical climates for regional applications . *Atmósfera*, 331-348.
- Cañarizares, A., Sanabria, M. E., Rodríguez, D. A., & Perozo, Y. (2003). Características de los estomas, índice y densidad estomática de las hojas de lima Tahití (Citrus latifolia Tanaka) injertada sobre ocho patrones cítricos. *Revista UDO Agrícola3*, 59-64.

Referencias.

- Chanampa , M., Ojembarrena, J. A., Rivas , P. V., Guerra Aragonés, R., Olivieri, F., Neila González, F. J., & Bedoya Frutos , C. (2009). Sistemas Vegetales que mejoran la calidad de las ciudades. *Ciudad y Arquitectura* , 49-66.
- Fajardo Velasco, L. F. (2005). *Desempeño costo beneficio de dos sistemas pasivos de climatización en cubiertas para climas cálidos-subhúmedos.* Colima.
- FAO. (2006). *Estudio FAO riego y drenaje 56.* Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. .
- Galindo , J. R., & Clavijo, J. (2007). Módelos alométricos para estimar el área de los foliolos de arveja . *Corpioca - Ciencia y tecnología Agropecuaria* , 37-43.
- Gates, D. M. (1979). *Transpiration and leaf temperature.* Michigan.
- Goyal, M. R., Harmsen, E. W., PhD, Editor - in - Chief, & Co - editor. (2014). *Evapotranspiration Principles and Applications for Water Management.* Toronto, New Jersey: Apple Academic Press, Inc.
- HaroCarbajal , T. E. (2009). *Comportamiento de dos tipos de cuebiertas vegetales, como*
- Olgyay, V. (2013). *Arquitectura y Clima.* Barcelona : Gustavo Gili.

Referencias.

- Reyes López, D., Quiroz Valentín, J., Kelso-Bucio, H. A., Huerta-Lara, M., Avendaño-Arrazate, C. H., & Lobato-Ortiz, R. (2015). Caracterización estomática de cinco especies del género Vanilla. *Agron. Mesoam.*, 237-246.
- Robitu, M., Musy, M., Inard, C., & Groleau, D. (2005). Modeling the influence of vegetación and water pond on urban microclimate. . *Solar Energy*, 436-445.
- Tabari, H. (2009). Evaluation of reference crop evapotranspiration equations in various climates . *Springer Science+Busines* .
- Y., J. H., H., A., H., T., & Rosenferld., A. H. (1986). *The potencial of vegetación in reducing summer cooling loads in residential buildings.* Berkeley, California .