

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, UNAN-LEÓN
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIA Y VETERINARIA.
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROECOLÓGICA.



Inducción floral en dos variedades de pitahaya (*Hylocereus undatus*) mediante métodos
Fitohormonales y estrés hídrico, en el campus agropecuario de la

UNAN-León, 2022.

Autores:

- Br. Evert Reynaldo Pineda Ruiz.
- Br. Ebehers Alexis Rodríguez Maldonado.

**Trabajo presentado como requisito previo para optar al título de ingeniero en
agroecología tropical.**

Tutor:

Ing. Leonardo Manuel Reyes Saavedra.

León, Noviembre, 2023.

“2023 todos y todas juntos vamos adelante”

ÍNDICE DE CONTENIDO

<i>Contenido</i>	<i>Paginas</i>
ÍNDICE DE GRAFICOS	i
ÍNDICE DE TABLAS	ii
INDICE DE ANEXOS	iii
DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. MARCO TEÓRICO	5
4.1. Origen de la pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>)	5
4.2. Distribución e importancia económica del cultivo de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) en Nicaragua	5
4.3. Generalidades de la pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>).....	6
4.3.1. Taxonomía de la pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>)	7
4.3.2. Requerimientos edafoclimáticos óptimos del cultivo de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>)	7
4.4. Variedades o clones de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) en Nicaragua	7
4.5. Floración.	8
4.5.1. Fases de la floración	8
4.5.2. Duración del ciclo reproductivo en cinco clones de Pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>)	9
4.6. Fructificación.....	9
4.6.1. Periodo de producción	9
4.6.2. Estado de madurez de la fruta.....	10
4.6.3. Categorización de los frutos según sus calibres	10

4.7. Métodos de bioestimulación de la floración.....	10
4.7.1. Inducción por fotoperiodo	10
4.7.2. Inducción por efectos de temperaturas	11
4.7.3. Inducción por fertilización.....	11
4.7.4. Inducción por la técnica del anillado	12
4.7.5. Inducción por Técnica de poda.....	12
4.7.6. Inducción por estrés hídrico.....	13
4.7.7. Inducción por productos hormonales.....	13
4.8. Fitohormonas.	15
4.8.1. Que son las fitohormonas	15
4.8.2 Caracterización de las fitohormonas.....	15
4.8.3. Grupos de hormonas vegetales más conocidas.....	16
4.8.4. El transporte de las citocininas en la planta.....	17
4.8.5. Factores que influyen en la producción de citocininas	17
4.9. Estrés hídrico.	18
4.9.1. Efectos del estrés hídrico	19
4.9.2. Aspectos benéficos del estrés hídrico en los cultivos.....	19
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
5.1. Descripción de la zona, lugar o área de estudio.....	21
5.2. Metodología.....	21
5.2.1. Tipo de investigación.	21
5.2.2. Diseño experimental.....	22
5.2.3. Definición de los tratamientos.....	22
5.2.4. Esquema o dibujo del diseño experimental.....	23
5.2.5. Definición de las variables.	23
5.2.6. Muestreo.....	24
5.2.7. Definición del muestreo.	24
5.2.8. Procedimiento del muestreo según las variables.....	24
5.2.9. Establecimiento del experimento	25
5.2.10. Manejo de la parcela / ensayo.....	25
5.2.11. Manejo del objeto de estudio (Cultivos).....	26

5.2.12. Análisis e interpretación de los resultados.	27
VI. RESULTADO Y DISCUSION	28
VII. CONCLUSIONES	43
VIII. RECOMENDACIONES	44
IX. BIBLIOGRAFÍA	45
X. ANEXOS	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano y descripción del ensayo.	25
Figura 2. Cantidad de yemas vegetativas emitidas por variedad y por tratamiento, de acuerdo al tiempo de estudio.	28
Figura 3. Supervivencia de las yemas vegetativas emitidas, por variedad y por tratamiento, de acuerdo al tiempo de estudio.	30
Figura 4. Longitud de las yemas vegetativas emitidas, por variedad y por tratamiento, de acuerdo al tiempo de estudio.	31
Figura 5. Cantidad de yemas florales emitidas por variedad y por tratamiento, de acuerdo al tiempo de estudio.	35
Figura 6. Peso de frutos por variedad y por tratamiento.	38
Figura 7. Diámetro de frutos por variedad y por tratamiento.	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de días a la primera emisión de yema floral por variedad y por tratamiento, de acuerdo al tiempo de estudio.	33
Tabla 2. Cantidad de frutos generados por variedad y por tratamiento de acuerdo al tiempo de estudio.....	37
Tabla 3. Concentración de azúcar en grados Brix de frutos por variedad y por tratamiento.	40
Tabla 4. Cantidad de frutos según las categorías comerciales por variedad y por tratamiento.	41

INDICE DE ANEXOS

Tabla 5. Cronograma de actividades.....	51
Tabla 6. Presupuesto.....	52
Tabla 7. Operalización de las variables.	54
Tabla 5. Análisis estadísticos en (SPSS) en variable cantidad de yemas vegetativas.	57
Tabla 6. Análisis estadísticos en (SPSS) en variable longitud de las yemas vegetativas.	58
Tabla 7. Análisis estadísticos en (SPSS) en variable cantidad de yemas florales.	59
Tabla 8. Análisis estadísticos en (SPSS) en variable cantidad de frutos.	60
Tabla 9. Análisis estadísticos en (SPSS) en variable peso de frutos.	61
Tabla 10. Análisis estadísticos en (SPSS) en variable diámetro de frutos.	62
Figura 8. Identificación del área de estudio.....	63
Figura 9. Definición de los tratamientos en el área de estudio.....	64
Figura 10. Aplicación de los tratamientos.....	65
Figura 11. Identificación y monitoreo de emisión de yemas vegetativas.....	66
Figura 12. Emisión y desarrollo de la primera yema floral en el estudio.....	67
Figura 13. Formación de yemas florales en el ápice (punto de crecimiento) que habían emergido como yemas vegetativas.....	68
Figura 14. Desarrollo de yemas florales después de la aplicación de los tratamientos.....	69
Figura 15. Yemas florales a punto de la apertura floral.....	70
Figura 16. Resultados de inducción de la floración en variedad lisa con fitohormonas	71
Figura 17. Ciclo productivo de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>).....	72
Figura 18. Medición de los parámetros productivos de frutos cosechados.....	73
Figura 19. Procedimiento de medición de la concentración de azúcares (grados brix) en frutos cosechados.....	74

Figura 20. Resultados de medición de grados brix (%) mediante el uso de la herramienta refractómetro 75

DEDICATORIA

A Dios. Por haberme guiado a un escalón más de mi vida, expresando que sus bendiciones y ayudas no fueron en vano.

A mis padres y familiares. Demostrando que este trabajo es un reflejo de sus esfuerzos y de sus apoyos. Dedicándoselos como una manera de agradecimiento en todo este largo camino donde culminamos una de las metas más importante de mi vida personal.

A nosotros. Por habernos esforzado con mucho sacrificio que nadie más que nosotros comprende el valor y obstáculos que tuvimos que superar para poder realizar el presente trabajo y llegar a esta etapa donde marcara un antes y un después como una lección de superación y motivación en nosotros para futuros retos y desafíos. Desde ahora para todos ustedes los nuevos ingenieros se presentan (33%).

Br. Evert Reynaldo Pineda Ruiz.

DEDICATORIA

A Dios. Por ese gran privilegio que me regaló de haber llegado hasta esta etapa, por haberme permitido cumplir una de las tantas metas , por haber sido la luz que alumbro mi camino y por las infinitas bendiciones.

A mis padres. Por haber sido una de las fuentes de inspiración y por el apoyo económico y motivacional para seguir el camino correcto.

A nosotros. Por habernos esforzado con mucho sacrificio que nadie más que nosotros comprende el valor y obstáculos que tuvimos que superar para poder realizar el presente trabajo y llegar a esta etapa donde marcara un antes y un después como una lección de superación y motivación en nosotros para futuros retos y desafíos. Desde ahora para todos ustedes los nuevos ingenieros se presentan (33%).

Br. Ebehers Alexis Rodríguez Maldonado

AGRADECIMIENTO

A Dios. Por brindarnos el privilegio de poder llegar a este punto de nuestras vidas en donde pudimos cumplir una de las metas que tanto nos hemos esforzado y anhelado. Demostrándole los frutos de sus obras y bendiciones derramadas en nuestro camino de proceso al éxito.

A nuestros padres y familiares. Por habernos dedicado su apoyo incondicional durante este proceso que ha sido un largo camino de mucho tiempo y sacrificio generacional de arduo trabajo para poder llegar y culminar esta etapa de nuestras vidas como personas destacadas profesionalmente.

A nuestro tutor Ing. Leonardo Manuel Reyes Saavedra. Por dedicarnos con mucho apoyo su valioso tiempo y conocimientos en el desarrollo educativo en nosotros y del presente trabajo.

A los docentes de la institución. Por haber contribuido con asesorías y consejos con mucho esmero y empeño para aportar en nuestro desarrollo formativo como profesionales.

Al CONICIT. Por habernos proporcionados el apoyo y financiamiento en la ejecución y elaboración del presente proyecto investigativo.

Br. Evert Reynaldo Pineda Ruiz.

Br. Ebehers Alexis Rodríguez Maldonado.

RESUMEN

El cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) es un cultivo exótico con un amplio mercado con exportaciones cada vez más grandes. En Nicaragua únicamente se produce en los meses de junio a diciembre (invierno). Es por esto que se elaboró el presente estudio en el Campus Agropecuario de la UNAN-León. Con el objetivo de Evaluar dos métodos de inducción floral en dos variedades de pitahaya (*Hylocereus undatus*) lisa y rosa. Se realizó un tipo de estudio experimental bifactorial bajo un diseño completamente al azar (DCA). Donde los tratamientos consistieron en el uso de fitohormonas y estrés hídrico, evaluando variables agronómicas y productivas. Donde se obtuvieron resultados que en variedad lisa con el tratamiento fitohormona expreso la mayor cantidad de yemas vegetativas con (50). La variedad rosa fue superior con el uso de estrés hídrico en longitud de yemas vegetativas con (\bar{X} : 40.5cm). La variedad lisa con combinación promovió el adelanto de la emisión de yemas florales a los (28 días). En cuanto a la mayor cantidad de yemas florales la variedad lisa con el uso de fitohormonas obtuvo (83 brotes) y de igual manera en la cantidad de frutos con (11). El 75% de los frutos producidos en el estudio clasificaron en categorías comerciales y en grados brix la variedad lisa obtuvo el mayor grado con (13°). El uso de fitohormonas y estrés hídrico en las dos variedades de pitahaya (*Hylocereus undatus*) promovieron la emisión de nuevas yemas vegetativas y el desarrollo de las mismas, sin presentar mortalidad. El uso de estrés hídrico en combinación de fitohormonas promueve el adelanto de la emisión de yemas florales principalmente en la variedad lisa. El uso de los tratamientos en los parámetros productivos no presentó afectaciones o anomalías en los frutos.

I. INTRODUCCIÓN

La pitahaya (*Hylocereus undatus*) es un cultivo exótico considerablemente nuevo a nivel comercial, proyectándose en un amplio mercado con posibilidades cada vez más grande de exportación por las tendencias de la demanda y consumo de esta fruta, por ser; exótica, nutritiva y medicinal, siendo apetecida por los mercados internacionales. Destacando algunas variedades por sus distintas características; como la pitahaya cascara roja y pulpa roja (*Hylocereus undatus* y *Hylocereus costaricensis*), la pitahaya cascara roja y pulpa purpura (*Hylocereus polyrhizus*), la pitahaya cascara roja y pulpa blanca (*Selenicereus undatus*) estando también la pitahaya amarilla con cascara espinosa y con pulpa blanca (*Selenicereus megalanthus*). (Ministro de Desarrollo Agrario y Riego, 2021)

Los mayores consumidores de esta fruta son los países de; China (42.51%), Estados Unidos (10.26%), Países Bajos (9.43) y Hong Kong (4.92%) a nivel mundial. Donde los principales exportadores de este rubro son los países asiáticos de; Tailandia y Vietnam que representan el (44.18%) de las exportaciones a nivel global. En el caso de América los principales países productores son; Ecuador, Colombia, México y Nicaragua. Donde la mayor parte de sus exportaciones se concentran en los países del continente Europeo que representan el (13%) de las importaciones a nivel global con un valor de (\$560.79M) y E.E.U.U que representa (6.4%) con un valor de (\$276.26M). Nicaragua en el año 2021 exporto un volumen total de (4.8M kg) con un valor de (\$1.6M) siendo sus principales destinatario los países de: E.U con el (36.4%), El Salvador (36.4%), Costa Rica (11.75%), Guatemala (9.70%), Honduras (2.48%), Francia (0.82%), España (0.15%), Luxemburgo (0.14%) y Canadá (0.08%). (TRIDGE, 2021)

Los meses de mayor producción tanto a nivel internacional como a nivel nacional son a partir del mes junio a noviembre. (Ministro de Desarrollo Agrario y Riego, 2021). En Nicaragua una de las mayores limitantes de este cultivo es la explotación temporal y la comercialización que genera esta fruta por su estacionalidad de la producción, ya que esto impide mantener una producción constante en todo el año y por lo tanto esto provoca variaciones en los precios de sustentación de la fruta. En la que el productor solo puede generar ingresos en un periodo de tiempo del año muy corto y definido (invierno). Donde la competencia del producto de la pitahaya es muy elevada y por ende sus precios son muy

bajos significativamente. Por otra parte, en verano no se obtiene ningún tipo de aprovechamiento del cultivo. Obligando a los productores a depender de otros cultivos para sostenerse económicamente en todo el año.

Debido a esto se han realizado estudios similares como en el caso de Sánchez (2017). Que ejecuto una investigación que se planteó como objetivo evaluar el efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas de inducción floral para elevar el rendimiento del cultivo de pitahaya blanca (*Selenicereus megalanthus*). En el cual alcanzó como resultado que hubo diferencias significativas en las variables de estudio, en la interacción de 136g NPK con 50ml de Trihormonal mostrando los mejores resultados en floración, fructificación y por ende en el rendimiento. En conclusión, la fertilización y aplicación de fitohormonas influyeron positivamente en el rendimiento del cultivo de pitahaya.

Por otro lado Orduz y Fischer (2007) reportaron resultados que en mandarina “arrayana” (*Citrus reticulata Blanco*) injertada sobre mandarina Cleopatra de 6 años de edad en el departamento de Meta (Colombia) los requerimientos hídricos anuales son de 1046mm, los cuales se distribuyen uniformemente a lo largo del año a excepción de los meses de diciembre a febrero, en los cuales se presenta un déficit hídrico de 247mm. La falta de agua durante estos tres meses induce la posterior floración en el mes de marzo, por lo que en estas condiciones es necesario un déficit hídrico para inducir la formación de flores.

Es por esto que el propósito de esta investigación fue encontrar un manejo donde se pueda lograr inducir a una floración temprana (verano) al cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en el que se logre obtener como resultado una producción en las dos temporadas del año.

II. OBJETIVOS

General:

- Evaluar dos métodos de inducción floral en dos variedades de pitahaya (*Hylocereus undatus*) lisa y rosa, en el campus agropecuario UNAN-León 2022.

Específicos:

- Evaluar las emisiones de yemas vegetativas en dos variedades de pitahaya (*Hylocereus undatus*) después de la aplicación de los tratamientos.
- Monitorear el comportamiento de las emisiones de yemas florales en las dos variedades de pitahaya (*Hylocereus undatus*) después de la aplicación de los tratamientos.
- Medir los parámetros productivos de las dos variedades de pitahaya (*Hylocereus undatus*) después de la aplicación de los tratamientos.

III. HIPÓTESIS

Ho: Ninguno de los tratamientos estimulara una mayor repuesta fisiológica en cuanto a emisión de yemas vegetativas y florales expresados en parámetros productivos en alguna de las dos variedades de pitahaya (*Hylocereus undatus*) fuera de su ciclo productivo.

Ha: Al menos uno de los tratamientos estimulara una mayor repuesta fisiológica en cuanto a emisión de yemas vegetativas y florales expresados en parámetros productivos en alguna de las dos variedades de pitahaya (*Hylocereus undatus*) fuera de su ciclo productivo.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Origen de la pitahaya (*Hylocereus undatus*).

El cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) es originaria de América Tropical, siendo México, Centro América y el Caribe los lugares que presentan el mayor número de especies. En Nicaragua existe una gran diversidad genética, cuya distribución está afectada por las condiciones de sequía, bajo las cuales crece con muchas limitaciones, en estos sitios los tipos predominantes son los de espinas en los tallos. Los tipos de Pitahaya sin espinas en sus ramificaciones se encuentran en lugares cercanos a los 1000msnm, y su crecimiento está limitado a las condiciones de esos lugares. (OIRSA, 2000)

4.2. Distribución e importancia económica del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en Nicaragua.

La producción de pitahaya tuvo su origen en la comunidad de San Ignacio en el municipio de la Concepción, departamento de Masaya, por ser uno de los pocos rubros que resiste las emanaciones de los gases sulfurosos del volcán Santiago, sustituyendo a otros cultivos desde 1980 que no resistieron el efecto de los gases. El cultivo lo siembran principalmente pequeños productores, con áreas comprendidas desde 0.18 a 2.11Ha (0.25 a 3Mz), cultivándose en la zona de San Ignacio. (INTA, 2002)

El cultivo de la pitahaya está mayormente distribuido en el Pacífico del país, principalmente en las zonas de León, Chinandega, Masaya, Carazo, Granada, Rivas, Estelí, Boaco y Chontales. (INTA, 2002)

En Nicaragua existe una asociación de productores de pitahaya nombrada como (APPINIC). El presidente de dicha asociación se llama; Antonio Marengo he informa que en la asociación se destinan 300Mz para el cultivo de la fruta, con un rendimiento de seis toneladas por manzana, equivalentes a unas 18,000 unidades. En APPINIC se produce 1,800Tn de pitahayas al año y tienen como meta exportar el 50% de esa cantidad a Estados Unidos. (El Nuevo Diario, 2013)

Nicaragua firmo en 2012 con el servicio Agropecuario del departamento de agricultura de Estados Unidos un acuerdo de compra-venta de pitahaya, tras más de una década de negociaciones, Ese convenio establecía que en el 2013 los productores nicaragüenses podrían colocar a Estados Unidos unas, 1,232Tn de la fruta y el primer envío se dio en junio de ese mismo año. (El Nuevo Diario, 2013)

El productor Frank Huevo, del municipio de la Concepción, envió 1,000Kg de pitahaya fresca a Estados Unidos y se convirtió en el primer exportador al mercado norteamericano. Ahora APPINIC apuesta a vender más pitahaya en ese país, por lo que tecnifica a sus productores. (El Nuevo Diario, 2013)

El Ministerio Agropecuario y Forestal, MAGFOR, ha informado que en Nicaragua existen 12 fincas de pitahaya (50Ha) aprobadas por las autoridades locales y de Estados Unidos para producir y exportar pitahaya. Para 2014 se espera habilitar a unas 30 fincas adicionales, con un área total de 70Ha. Según Marengo, uno de los principales obstáculos que enfrentan los productores es obtener una supervisión del MAGFOR, que debe constatar que el productor cuente con un sistema de “trampeo” en su finca, para detectar y eliminar la mosca del mediterráneo, que afecta a las plantaciones. Los productores también tienen que elaborar un manual de buenas prácticas, y cumplir con normas de infraestructura y fitosanitarias para adquirir la certificación para exportar a Estados Unidos. (El Nuevo Diario, 2013)

La Asociación de Productores de Pitahaya de Nicaragua, APPINIC, que tiene 100 socios, envía en la actualidad a Costa Rica y Honduras la fruta con cáscara verde, pero roja por dentro. Producir una manzana de pitahaya, informó Antonio Marengo, presidente de APPINIC, cuesta US\$2,500, pero la meta es que ese valor sea de US\$2,000, para que el negocio sea más rentable. (El Nuevo Diario, 2013)

4.3. Generalidades de la pitahaya (*Hylocereus undatus*).

Es una planta perenne que crece de forma silvestre sobre árboles vivos, troncos secos, piedras y muros. Tiene muchas espinas y se adapta bien a zonas de baja a mediana precipitaciones.

Raíz: Tienen dos tipos de raíces; las primarias que se encuentran en el suelo y las secundarias o adventicias que se desarrollan principalmente fuera del suelo y sin tocarlo salvo ocasionalmente con sus puntas.

Tallo (cladodios): Suculento, de epidermis o superficie exterior gruesa, de hábitos trepadores y se ramifica en varios segmentos en su desarrollo. Sin hojas, algunas variedades presentan espinas en sus aristas y otras variedades son lisas.

Flor: Con forma de trompeta, de color blanco, amarillo o rosado. Emerge de los tallos con mayor exposición a la luz solar.

Semilla: De origen sexual y de color negro, mide aproximadamente 1mm. (JICA & INATEC, 2018)

4.3.1. Taxonomía de la pitahaya (*Hylocereus undatus*).

Familia: Cactáceae.

Género: *Hylocereus*.

Especie: *undatus*.

(JICA & INATEC, 2018)

4.3.2. Requerimientos edafoclimáticos óptimos del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*).

Temperatura (°C)	28 - 30
Precipitaciones (mm)	600 - 1,300
Altura (msm)	0 - 1,850
Humedad relativa (%)	40 - 60
Suelo (textura)	Franco, franco - arenosos
PH	5.5 - 6.5

(JICA & INATEC, 2018)

4.4. Variedades o clones de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en Nicaragua.

En Nicaragua hay cinco variedades o clones identificados. A simple vista, se pueden ver diferencias notables en las características de los tallos, en la forma, color y tamaño de los frutos, espesor de la cáscara y el grado de desarrollo de las brácteas. Con base a estas

características, los investigadores han identificado los clones: ‘Rosa’, ‘Cebra’, ‘Orejona’, ‘Lisa’ y ‘Amarilla’.

Características agronómicas

Variedad	Vaina	Forma del fruto	Peso del fruto (g)	Cascara	Pulpa	Tolerancia
Rosa	Alargada y gruesa, Verde claro	Redondo	450 - 500	Con brácteas separadas, tiende a rajarse al madurar gruesa y resistente al transporte	Roja	
Lisa	Larga y delgada, Verde pálido	Redondo	400 - 450	Amarilla con espinas que al madurar se desprende fácilmente	Roja oscura	Susceptibilidad bacteriosis
Amarilla	Verde intenso, con espinas de color cremoso	Alargado	400 - 480	Roja purpura, con brácteas separadas	Blanca al madurar y sabor agridulce	
Orejona	Larga, delgada, verde oscuro	Ovalado	350 - 400	Gruesa y resistente al transporte	Roja oscura	
Cebra	Gruesa y Corta, con líneas blancas de aspecto ceniciento	Ovalado	330 - 360		Roja	Es la menos afectada por plagas y enfermedades

(JICA & INATEC, 2018)

4.5. Floración.

4.5.1. Fases de la floración.

Inducción: Recepción del estímulo que inicia los procesos y eventos que le indican a la planta que debe alterar su programa de desarrollo donde se forma el mensaje químico.

Evocación: La planta está comprometida a florecer, inicio de la floración en los meristemos. Eventos que conducen a que los meristemos formen primordios florales en vez de hojas.

Iniciación: Primera evidencia morfológica.

Desarrollo: Formación de las partes florales.

Antesis: Apertura de la flor completa. (Escuela de Biología Universidad de Costa Rica, 2019)

4.5.2. Duración del ciclo reproductivo en cinco clones de Pitahaya (*Hylocereus undatus*).

Clon	Emergencia de botón floral a apertura de flor en días	Apertura floral a cosecha en días	De botón floral a cosecha en días
Orejona	21	32	53
Cebra	21	35	56
Lisa	22	35	57
Rosa	20	35	55
Amarilla	21	35	56

(OIRSA, 2000)

4.6. Fructificación.

4.6.1. Periodo de producción.

El periodo de producción de la pitahaya comprende de junio a noviembre durante el cual pueden efectuarse de 5 a 6 cortes llamados ciclos de producción.

Ciclos	Meses	Niveles de producción
1	Junio	Bajo
2	Julio	Medio a alto
3	Agosto	Alto
4	Septiembre	Alto
5	Octubre	Medio a Bajo
6	Noviembre	Bajo

(INTA, 2002)

4.6.2. Estado de madurez de la fruta.

Estado fisiológico	Días de floración a estado de maduración	Madurez plena después de la cosecha (días)
Fruto sazón	25 - 27	10 - 12
Fruto pintón	28 - 30	6 - 8
Fruto maduro	34 - 36	

(INTA, 2002)

4.6.3. Categorización de los frutos según sus calibres.

Código de calibre	Peso por unidad (en gramos)	
	Amarillas	Rojas/Blancas
A	110 - 150	110 - 150
B	151 - 200	151 - 200
C	201 - 260	201 - 250
D	261 - 360	251 - 300
E	>361	301 - 400
F	-	401 - 500
G	-	501 - 600
H	-	601 - 700
I	-	>701

(MEFCA, 2021)

4.7. Métodos de bioestimulación de la floración.

4.7.1. Inducción por fotoperiodo.

Se sabe que la luz tiene un efecto indirecto en la inducción floral y es determinante en algunos vegetales, especialmente aquellos que son de días largos, ya que para florecer requieren cumplir un periodo en el que las horas luz superen las horas de oscuridad a la cual son expuestas. En frutales se tiene evidencia de que un excesivo sombreado tiene poca formación de flores; por ejemplo, si se expone a un árbol de durazno a 75% de sombra, la época de floración es retrasada hasta un mes y la floración es 63% menos que un árbol con

plena luminosidad. En cambio, existen estudios que indican que especies frutales como naranjilla en zonas amazónicas tropicales necesitan condiciones de baja luminosidad para la formación de flores. La inducción floral por el fotoperiodo depende del vegetal, si es una planta de día largo o de día corto. (Intagri, 2016)

4.7.2. Inducción por efectos de temperaturas.

Una de las piedras angulares para el crecimiento y desarrollo de los vegetales es tener las temperaturas adecuadas. La temperatura es uno de los principales factores que causan el cambio de la fase vegetativa a la reproductiva. Un término acuñado para describir en efecto positivo de las bajas temperaturas sobre la floración de plantas herbáceas es la “vernalización”, la cual se refiere a la aceleración de la capacidad de florecer por efecto de un tratamiento de frío.

Especies de clima templado que requieren de la vernalización son: Cereales de Invierno (trigo, centeno) y plantas bianuales (remolacha, repollo, cebolla, zanahoria). La respuesta de la planta a la vernalización depende de la duración del período de frío, la temperatura usada y el estado de desarrollo de la planta. Este período se mide en “días de frío” a la cual un vegetal debe estar sometido para que florezca. Si las condiciones de frío no son adecuadas, se puede retardar o inhibir la floración al ser interrumpido el proceso de vernalización.

El proceso de vernalización en especies herbáceas no debe ser confundido con los requerimientos de horas frías de frutales caducifolios, ya que la vernalización es la necesidad de frío para la inducción de la etapa reproductiva de especies herbáceas. En cambio, las horas frío en frutales se requieren para romper el estado de latencia de las yemas vegetativas y reproductivas. Sin embargo, en especies frutales caducifolias la falta de frío disminuye la apertura de las yemas florales, afectando negativamente la producción. (Intagri, 2016)

4.7.3. Inducción por fertilización.

La fertilización juega un papel fundamental en el estado nutrimental del cultivo y en la inducción floral. Mezclas balanceadas con nitrógeno, fósforo, potasio y pequeñas cantidades de hierro, zinc o manganeso, pueden inducir la floración. Por ejemplo, Bondad

y Linsangan (1979) reportan que aplicaciones foliares de nitrato de potasio inducen la floración. Otro resultado reportado por Rebolledo et al. (2008), indica que las aplicaciones de paclobutrazol (después de la cosecha) + KNO (en octubre), en mango “manila”, adelantaron la floración 52 días respecto al testigo y no afectaron la calidad del fruto, sin embargo, aplicaciones de paclobutrazol solo, no tuvieron efectos.

Díaz (2002), reporta para mango que las aplicaciones foliares con nitrato de potasio (2 a 6Kg/100L) o mediante nitrato de amonio (1Kg/100L) puede modificar la época de la inducción floral. Por lo anterior, comercialmente se utiliza para regular los periodos de floración y cosecha; estos productos estimulan la síntesis de etileno en los tejidos tratados y esta hormona parece ser la causante del efecto. (Intagri, 2016)

4.7.4. Inducción por la técnica del anillado.

El anillado es una antigua práctica en árboles frutales empleada para mejorar la floración y fructificación. En esencia, la técnica busca interrumpir de manera temporal el transporte de carbohidratos, metabolitos y ciertas fitohormonas entre la porción anillada y otras partes de la planta, por un período variable según la especie, el ancho del anillado y la época en que se efectúa. Esta práctica es muy conocida en los árboles frutales. (Intagri, 2016)

4.7.5. Inducción por técnica de poda.

Actualmente se sabe que la poda en cultivos hortofrutícolas es una técnica de inducción floral, ya que al eliminar algunas partes de los vegetales se estimula la floración. Cabe destacar que el tipo, la forma, intensidad y época de poda varía en cada especie, así como la respuesta de la planta para inducir flores.

Poda en cultivos frutícolas: Los árboles frutales son las plantas que más están sometidos a podas, desde podas de formación hasta podas de rejuvenecimiento. Para estimular el proceso reproductivo de la planta se realiza la poda de floración o fructificación. Cuando el árbol entra al estado productivo, esta poda se realiza gradualmente con el fin de regular la producción de flores y frutos, buscando un equilibrio entre la producción y el vigor vegetativo. La poda de floración consiste en eliminar ramas enfermas y dañadas que son improductivos, además de eliminar algunas ramas axilares. También se busca una mejor

distribución de los órganos de producción de forma que no interfieran en la luminosidad y generen competencia entre sí mismos. (Intagri, 2016)

Poda en cultivos hortícolas: Hoy en día la poda es una práctica común y necesaria en los cultivos hortícolas intensivos, fomentado principalmente por las altas densidades y condiciones favorables para el crecimiento vegetativo de la planta. El objetivo de esta práctica es conducir el crecimiento y desarrollo de la planta a formas más productivas, es decir, conformar la planta limitando el número de ramas y brotaciones que facilite las labores culturales, además de favorecer la aireación e iluminación en el interior de la planta y reduciendo la incidencia de plagas y enfermedades. La poda de los cultivos hortícolas consiste en dejar uno o dos tallos, eliminando determinadas hojas, frutos y brotes axilares “chupones”, cuya productividad es nula y causan estrés a la planta al competir por los fotoasimilados. (Intagri, 2016)

4.7.6. Inducción por estrés hídrico.

Se ha demostrado que la falta de agua puede ser un inductor de la floración en algunos cultivos hortofrutícolas. El estrés hídrico puede regular época, intensidad, duración y distribución de la floración en algunos cultivos. Estudios demuestran que en regiones tropicales el déficit hídrico en cítricos, causado por la suspensión del riego, promueve la inducción y diferenciación de yemas florales debido a la disminución en el crecimiento vegetativo y actividad metabólica. La falta de agua promueve la floración de varias especies debido a que de manera indirecta este estrés altera procesos fisiológicos como el uso de las reservas nutricionales, cambios en los niveles hormonales y compuestos nitrogenados, y la regulación de la temperatura en los tejidos. (Intagri, 2016)

4.7.7. Inducción por productos hormonales.

Lograr una adecuada producción depende de una exitosa inducción y diferenciación floral, polinización y cuajado, bajo determinadas condiciones ambientales. Durante décadas se han desarrollado numerosos estudios para conocer el papel de cada fitohormona en los procesos fisiológicas de las plantas. Las fitohormonas son sustancias de gran importancia en la regulación de los procesos fisiológicos, y el control de la respuesta hormonal se lleva a cabo a través de cambios en la concentración y sensibilidad de los tejidos a las hormonas.

Se ha demostrado la función de las principales fitohormonas (auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico y etileno), sobre los procesos fisiológicos en los vegetales. Las auxinas inducen la elongación y división celular, estimulando el crecimiento de tallos, hojas, frutos y raíces; además se relaciona con la dominancia apical, amarre de frutos, abscisión de órganos y el fenómeno de fototropismo. (Intagri, 2016)

Las giberelinas promueven la elongación y división celular en los meristemas vegetales terminales, hojas y frutos; esta hormona cesa la dormancia de semillas, yemas y bulbos, participando en diversos procesos fisiológicos como geotropismo, formación de flor, expresión de sexo y amarre de fruta.

Algunas investigaciones reportan que la floración en mango está afectada por la biosíntesis de giberelina, donde una alta concentración de esta hormona inhibe la floración, y viceversa. Se ha probado que la aplicación de Paclobutazol en algunos árboles frutales (mango, aguacate, manzano, durazno y otros) induce la floración, debido a que este producto es fuente inhibidora de la biosíntesis de la giberelina, hormona que promueve el crecimiento vegetativo. Las citocininas estimulan el crecimiento regulando la división celular en los tejidos, retardan la caída de la hoja y la senescencia de los vegetales; participan en el control de procesos de diferenciación como formación de flores y de brotes vegetativos. (Intagri, 2016)

De las citocininas se reporta que, durante el proceso de inducción floral en mango, los ápices de brotes que serán más productivos contienen una mayor concentración de esta hormona comparado con la tienen baja concentración. Entre las hormonas inhibidoras, la más estudiada es el ácido abscísico (ABA), responsable del cierre de estomas en condiciones de déficit hídrico, además inhibe el crecimiento vegetal en situaciones de estrés. El etileno inhibe el crecimiento de tallos e induce la caída de órganos como hojas y frutos, también acelera el proceso de maduración y senescencia de tejidos. Se ha investigado la relación de las fitohormonas con la floración, siendo el etileno la que más se relaciona con inducción floral, pero no se ha descrito el modo de acción. Es muy poco lo que se conoce del papel de las fitohormonas sobre la inducción floral, lo que sugiere que el control hormonal en el proceso de la inducción floral es complejo y requiere más investigaciones que clarifiquen sus efectos y modos de acción durante este evento fisiológico. (Intagri, 2016)

4.8. Fitohormonas.

4.8.1. Que son las fitohormonas.

Las fitohormonas son señales químicas que facilitan la comunicación entre células y coordinan sus actividades. El control de la respuesta hormonal se realiza a través de cambios de concentración y de sensibilidad de los tejidos a esas sustancias. Estos compuestos no son producidos por glándulas específicas (como en los animales) y una misma fitohormona puede biosintetizarse en diferentes puntos de la planta. Su regulación es descentralizada y no siempre las fitohormonas son transportadas largas distancias dentro de la planta, ya que muchas veces actúan sobre el mismo tejido que las libera. Un buen ejemplo de esto último es el del etileno, que madura la fruta que lo produce.

Las hormonas vegetales no tienen efectos específicos, de modo que una misma fitohormona actúa sobre muchos procesos, de la misma forma que sobre un proceso específico pueden actuar varias fitohormonas. Además, una misma hormona tiene diferentes efectos según el momento y el órgano en el cual actúa y como los efectos de las distintas fitohormonas se superponen, la regulación que ejercen debe comprenderse desde la perspectiva de una interacción entre los distintos grupos. (Red-agricola, 2017)

4.8.2 Caracterización de las fitohormonas.

En los distintos procesos del desarrollo de las plantas, actúan las fitohormonas (FH), desde la germinación hasta la senescencia de la planta. El término hormonas vegetales o fitohormonas es utilizado para diferenciarlas de las hormonas animales, dado que, cumplen funciones distintas. Además, son menos específicas que las hormonas animales. Las principales características de las fitohormonas son las siguientes:

- Señales químicas que facilitan la comunicación entre células y coordinan sus actividades.
- El control de la respuesta hormonal se lleva a cabo a través de cambios en la concentración y sensibilidad de los tejidos a las FH.
- Las funciones de las FH se solapan ampliamente, por lo que la regulación que ejercen debe contemplarse desde la perspectiva de una interacción entre los distintos grupos de FH (control hormonal).

- No hay glándulas específicas, una misma fitohormona puede sintetizarse en diferentes puntos de la planta (cualquier órgano de la planta tiene capacidad para sintetizar FH).
- No hay siempre transporte de FH, actúan sobre células vecinas sin haber transporte a larga distancia.
- No hay efectos específicos, una misma FH actúa sobre varios procesos y sobre un proceso específico actúan muchas fitohormonas. (Intagri, 2018)

4.8.3. Grupos de hormonas vegetales más conocidas.

Auxinas:

División, elongación y diferenciación celular (por ejemplo, participan en la formación de haces vasculares), son la señal de dominancia apical e inhibición de la ramificación lateral, crecimiento del fruto, favorecen ramificación radical e implicadas en diversos tropismos (por ejemplo, fototropismo o gravitropismo). Principal forma activa: ácido indolacético (IAA). (Intagri, 2018)

Giberelinas:

División y elongación celular, crecimiento de frutos, desarrollo floral (inhibición de la floración en frutal, pero inducción de la floración en especies anuales), crecimiento en longitud de la raíz principal e inhibición de la ramificación radical, inhibición del desarrollo de pigmentos en fruta, fotomorfogénesis y promueven germinación de semillas. Principales formas activas: GA₁, GA₃, GA₄ y GA₇. (Intagri, 2018)

Etileno:

Crecimiento radical, efecto final de la abscisión de órganos, maduración y desarrollo de pigmentos en fruta, respuesta a ataque de patógenos, germinación de semillas, respuesta a estrés y floración en determinadas especies. Principal forma activa: etileno. (Intagri, 2018)

Ácido abscísico:

Cierre estomático, tolerancia a estrés abióticos (hídrico o salino) pero también vinculado en algunos tipos de estrés biótico (respuesta a ataques de patógenos), senescencia de hojas, inhibición de la germinación de semillas, vinculado con las síntesis de carotenos y

promotor de la maduración de la fruta no climatérica. Principal forma activa: ácido abscísico (ABA). (Intagri, 2018)

Citoquininas:

La historia de las citoquininas o también conocidas como citocininas es relativamente reciente, pues las principales investigaciones se hicieron a partir de 1.950, teniendo como precursor Miller y Skoog. Descubrieron que determinados extractos vegetales eran potentes activadores de la división celular. Al preguntarse por este hecho lo que hicieron fue tirar de bioquímica y laboratorio para aislar dicho componente, la citoquininas.

Según las plantas, se pueden encontrar citocininas diferentes. La primera de ellas, zeatina, se extrajo del cultivo del maíz (*Zea mays*), una de las hormonas vegetales de esta naturaleza más activas, aunque actualmente ya se han obtenido diferentes hormonas de diferentes plantas. (Agtech, 2020)

Las citoquininas son promotoras de la división celular, favorecen ramificación lateral, retraso de la senescencia, favorecen la inducción y diferenciación floral, inhibición del desarrollo de pigmentos en la fruta, síntesis de aminoácidos y disminución del crecimiento radical. Principales formas activas: trans-zeatina (tZ), cis-zeatina (cZ), dihidrozeatina (DZ) e isopenteniladenina (iP). (Intagri, 2018)

4.8.4. El transporte de las citocininas a la planta.

En el caso concreto de esta hormona vegetal, su transporte se realiza desde la raíz hasta la parte aérea (movimiento acrópeto). Por lo tanto, el movimiento que hace por los vasos conductores es desde el xilema (flujo ascendente) hasta el floema (flujo descendente). Desde ahí se distribuye a todas las partes de la planta, incluido las hojas.

Una vez la hoja ya está totalmente desarrollada y ha alcanzado su máximo tamaño, dichas citocininas continúan su viaje hacia otras partes de la planta donde se necesiten, vía floema (descendente). (Agtech, 2020)

4.8.5. Factores que influyen en la producción de citocininas.

Los efectos climáticos o bióticos que producen su falta de síntesis en la planta son los siguientes:

Temperatura:

Cuanto más baja es la temperatura ambiental, mayor movimiento hay de citocininas desde la raíz hasta la parte superior. Recordamos que ese era el movimiento del vaso conductor xilemático (acrópeto). (Agtech, 2020)

Dormancia:

A la salida de la dormancia (cuando las plantas detienen su crecimiento e invernan), la producción y síntesis de citocininas se acelera, estimulando la salida de brotes, división celular, etc. Es decir, todo lo que antes hemos comentado que favorece el crecimiento vegetal. (Agtech, 2020)

El nitrato de potasio:

El nitrato de potasio es un abono, que cuando se aplica vía riego (fertirrigación o a manta) estimula la producción de citocininas, que posteriormente se desplazan a las hojas y los frutos. (Agtech, 2020)

El fósforo:

El abonado fosfórico es muy importante, pues su carencia o falta de aplicación reduce la síntesis de esta hormona vegetal por parte de la planta. (Agtech, 2020)

Situaciones de estrés ambiental o biótico:

Cuando la planta entra en una situación de estrés, ya sea por efectos climáticos adversos (viento fuerte, heladas, exceso de calor, sequía, pH, salinidad, etc.) o bióticos (ataque de patógenos), la producción de citocininas se detiene, y con ello, parte de su nueva producción de órganos y tallos. (Agtech, 2020)

4.9. Estrés hídrico.

El estrés hídrico sucede cuando la demanda de agua es mayor que la cantidad disponible en un periodo determinado de tiempo. También puede darse cuando su uso se ve restringido por su baja calidad. El resultado es un deterioro de los recursos de agua en términos de cantidad (acuíferos sobreexplotados, ríos secos, lagos contaminados) y de

calidad (eutrofización, contaminación de la materia orgánica, intrusión salina). (Grupo Iñesta, 2018)

4.9.1. Efectos del estrés hídrico en los procesos fisiológico de las plantas.

Absorción y Transporte de Minerales:

- Disminuye absorción y transporte de elementos minerales.
- Suberización de raíces.
- Aumento de la resistencia al flujo de agua. (Quezada, 2014)

Fotosíntesis:

- Disminuye el Área foliar.
- Cierre estomático (CO₂ disminuye).
- Afecta fotofosforilación y transporte de electrones.
- Disminuye síntesis y actividad enzimática.
- Provoca daños al cloroplasto, destrucción de clorofila. (Quezada, 2014)

Translocación de sustancias:

- Fotosintatos y agroquímicos. (Quezada, 2014)

Respiración:

- Disminución de síntesis y actividad enzimática.
- Reducción de sustratos (fotoasimilados).
- Afecta transporte de electrones. (Quezada, 2014)

Síntesis de hormonas:

- Incrementa síntesis de etileno y Acido Abscísico (ABA).
- Disminuye síntesis de citocininas, giberelinas y auxinas. (Quezada, 2014)

4.9.2. Aspectos benéficos del estrés hídrico en los cultivos.

- Incrementa los contenidos de compuestos como azúcares, gomas, alcaloides, aceites, compuestos aromáticos.

- Mejora la calidad de ciertos frutos.
- Promueve el “Endurecimiento” de plántulas (tolerancia al estrés hídrico).
- Provoca estímulo para florecer (plantas tropicales). (Quezada, 2014)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Descripción de la zona, lugar o área de estudio.

El estudio se estableció en El Campus Agropecuario de la UNAN-León está ubicado a 1.5 Km al sureste de la ciudad de León, camino hacia la Ceiba. El terreno presenta topografía plana con una inclinación del 1%, ubicado a una altitud de 110msnm con coordenadas en latitud norte 12°25'21'' y longitud oeste 86°51'09''. Con temperaturas promedio de 28 – 40 C °, y una humedad relativa promedio de 72.74% al día. (Bárcenas et al, 2017)



(Google Earth, 2022)

5.2. Metodología

5.2.1. Tipo de investigación.

Se realizó un estudio de tipo experimental con el propósito de evaluar el efecto sobre el uso de fitohormonas y estrés hídrico como promotores de inducción floral en dos variedades de pitahaya (*Hylocereus undatus*) lisa y rosa en el periodo de verano.

5.2.2. Diseño experimental.

El tipo de diseño que se estableció; fue un bifactorial en un diseño completamente al azar (DCA) donde los factores que interactuaron en el estudio fueron las variedades y los tratamientos. Consto de cuatro tratamientos con 48 unidades experimentales establecido en una parcela de 128m². Se debe de resaltar que el diseño experimental ya estaba previamente establecido en la plantación en estudios anteriores.

5.2.3. Definición de los tratamientos.

Factor (B)	Factor (A)			
	T0	T1	T2	T3
Variedad 1	Testigo	Fitohormonas	Estrés Hídrico	Fitohormonas + Estrés hídrico.
Variedad 2	Testigo	Fitohormonas	Estrés Hídrico	Fitohormonas + Estrés hídrico.

(Fuente: propia)

T0: Se brindó un manejo agronómico convencional, sin someterla a ningún tratamiento. Su importancia radico en cuál sería el comportamiento de la planta en su estado natural sin la intervención de los tratamientos.

T1: Consistió en la utilización de la fitohormona citoquinina al 10%. La dosis que se utilizo fue de 1.2gr de producto (CYTOKIN 10%) basándose en la dosis del panfleto del producto por Marketing arm Nicaragua (2021).

T2: Radico en someter a las plantas durante un periodo de 60 días (diciembre-enero) consecutivos sin el suministro de agua en sus raíces (Riego edáfico) ni en la planta completa (aspersión aérea). Como lo sugiere el artículo; (Garzón, 2012) Después del tiempo de 60 días se suministró agua en las raíces (riego edáfico) y en toda la planta (aspersión aérea). Con una dosis de 5L de agua por planta basándose en el artículo del autor; (Nered et al., 2002). Esperando un efecto vinculado y simultaneo de inducir y adelantar la floración en la época de verano a como lo expresa el autor Wu (2005) con respecto al estrés hídrico.

T3: Reside en someter a las plantas durante un periodo de 60 días consecutivos sin el suministro de agua en sus raíces (Riego edáfico) ni en la planta completa (aspersión aérea). Apoyándose en los ensayos de (Garzón, 2012). Después del tiempo de 60 días se suministró agua en las raíces (riego edáfico), y en toda la planta (aspersión aérea). Con una dosis de 5L de agua por planta, según el autor (Nered et al., 2002). Y simultáneamente se aplicó la fitohormona de citoquininas 10%. La dosis que se utilizó fue de 1.2gr de producto (CYTOKIN 10%) basándonos en la dosis del panfleto del producto por Marketing arm Nicaragua (2022). Esperando un efecto vinculado y simultaneo de inducir y adelantar la floración en la época de verano a como lo expresa el autor; Wu (2005) con respecto al estrés hídrico.

5.2.4. Esquema o dibujo del diseño experimental: (T= Tutor)

Tratamientos	Variedad N°1 (rosa)			Variedad N° 2 (lisa)		
T1: Fitohormonas	T23	T22	T21	T11	T10	T15
T2: Estrés hídrico.	T19	T3	T24	T8	T14	T9
T3: Fitohormonas + Estrés hídrico.	T5	T18	T6	T13	T2	T16
T0: Testigo.	T4	T17	T7	T20	T1	T12

(Fuente: propia)

5.2.5. Definición de las variables.

- **Cantidad de yemas vegetativas:** Se refiere a la cantidad de yemas vegetativas que se generaron en todo el curso del estudio.
- **Sobrevivencia de las yemas vegetativas:** Se define como el resultado final de la cantidad de yemas vegetativas que surgieron y murieron en el transcurso de tiempo del estudio.
- **Longitud de las yemas vegetativas:** Se trata de la longitud que abarcaron las yemas vegetativas emitidas en el transcurso del estudio.
- **Número de días a la primera emisión de yema floral:** Representa el tiempo en días que tardó una planta para la emisión de la primera yema floral.

- **Cantidad de brotes florales:** Indica la cantidad de brotes florales que se generaron en todo el curso del estudio.
- **Cantidad de frutos:** Significa el número total de frutos que lograron formarse y cosecharse de los brotes florales en el tiempo del estudio.
- **Cantidad de frutos comerciales:** Es el número total de frutos que lograron cumplir con las categorías comerciales según los parámetros de MEFCA (2021).

5.2.6. Muestreo.

El tipo de muestreo que se utilizó fue por conveniencia donde el investigador decide que individuos de la población pasan a formar parte de la muestra en función de la disponibilidad de los mismos.

5.2.7. Definición del muestreo.

- **Universo:**

El universo con el que se contó fue de 85 individuos (plantas) en 128m² de la parcela.

- **Muestra:**

La muestra fueron 48 plantas que correspondieron a 12 plantas por tratamiento.

5.2.8. Procedimiento del muestreo según las variables.

- **Cantidad de yemas vegetativas:** Se contabilizaron todas las yemas vegetativas emitidas a partir de la primera aplicación de los tratamientos hasta el final del estudio.
- **Sobrevivencia de las yemas vegetativas:** Se contabilizaron y marcaron las yemas vegetativas que emergieron a partir de la primera aplicación de los tratamientos hasta el final del estudio.
- **Longitud de las yemas vegetativas:** A partir de las primeras emisiones de las yemas vegetativas después de la primera aplicación de los tratamientos, con una cinta métrica se midió en centímetros la longitud de las yemas vegetativas a partir del nudo (la base) hasta el ápice de la yema.

- **Número de días a la primera emisión de brote floral:** A partir de la primera aplicación de los tratamientos, se contabilizaron los días que tardaron las plantas en emitir el primer brote floral de cada tratamiento.
- **Cantidad de yemas florales:** Se contabilizaron todas las yemas florales que se generaron después de la primera aplicación de los tratamientos, hasta finalizar el estudio.
- **Cantidad de frutos:** Se contabilizaron todos los frutos generados de las yemas florales durante el tiempo del estudio.
- **Número de frutos comerciales:** Se contabilizaron y categorizaron todos los frutos que alcanzaron el punto óptimo de la madurez fisiológica (Peso, diámetro y grados brix) según los parámetros y categorías que indica MEFCA (2021).

5.2.9. Establecimiento del experimento:

T: tutor. V: variedad.

A	T17, V1	T18, V1	T19, V1	T20, V2	T21, V1	T22, V1	T23, V1	T24, V1
	T9, V2	T10, V2	T11, V2	T12, V2	T13, V2	T14, V2	T15, V2	T16, V2
	T1, V2	T2, V2	T3, V1	T4, V1	T5, V1	T6, V1	T7, V1	T8, V2



Dimensiones de la parcela: 8m de ancho por 16m de largo = 128m²

Cantidad de tutores: 24 tutores en total, 12 tutores por variedad.

Cantidad de plantas por tutor: 2 – 4 plantas.

Edad de la plantación: 2.5 años.

Marco de siembra: 3m entre surco por 2.5m entre tutores.

Clase de suelo: Franco arenoso.

Pendiente: 0%.

T0:

T1:

T2:

T3:

B

Figura 1. Plano (A) y descripción del ensayo (B).

5.2.10. Manejo de la parcela / ensayo:

La parcela ya estaba previamente establecida, por lo tanto, no se realizó ningún tipo de manejo en ella más que realizar control de las malezas.

5.2.11. Manejo del objeto de estudio (Cultivos):

El manejo de las plantas, se realizó a partir de finales del año 2021 mediante un manejo convencional hasta el año 2022, con el propósito de mantener las condiciones ideales de la plantación, las actividades son las siguientes:

1. **Control de malezas:** Se realizó limpieza en toda la parcela manualmente, para no dañar las raíces superficiales de las plantas, la actividad se ejecutó 2 veces cada mes.
2. **Podas:** las podas se dividen por los siguientes motivos:
 - Poda fitosanitaria: Se realizó cuando la plantación presentaban signos o síntomas de daños por plagas (Insectos, hongos o bacterias).
 - Poda de formación: Se efectuó cuando las ramificaciones (Cadeolos) de la plantación alcanzaron longitudes mayores de las que el propio tutor pueda sostener y que impidan el facilitamiento de las actividades de manejo de la propia planta, de igual manera se realizó cuando las plantas tenían un exceso de masa foliar (Cadeolos) debido a la abundancia de ramificaciones pequeñas (chupones) que son pocas productivas.
3. **Riego:** Se contó con un sistema de riego por microaspersión. El manejo del riego fue manipulado por la aplicación de los tratamientos durante el estudio.
4. **Fertilización edáfica:** Se manejó una fertilización mixta (Orgánica y química) en diferentes momentos:
 - Orgánica: Se usó fertilizante compost con una dosis de 1 libra por planta, con el objetivo de brindar mejores condiciones físicas y biológicas al suelo donde se sustentaran las abundantes raíces de las plantas.
 - Química: Se utilizó fertilizante DAP (18-46-0) y MOP (0-0-60). Con una dosis de 14gr por planta y se aplicó con una frecuencia de dos veces por mes durante el estudio. Según lo sugerido por Lichtenzveig et al. (2000).
5. **Fertilización foliar:** Se utilizó Calcio-Boro; se aplicó antes, durante y después de la floración, con una frecuencia de dos veces por mes. La dosis que se utilizó es de 25cc en 10L de agua para los 128m² de la parcela.

6. Control de plagas: Se ejecutó un constante monitoreo en la plantación y se realizaron medidas preventivas y curativas para las plagas fitosanitarias que se presentaron en la parcela de estudio que fueron las siguientes:

Insectos:

- Zompopos (*Atta sp.*)
- Comején (*Termitidae sp*)
- Chinche pata de hoja (*Leptoglossus occidentalis*)
- Congo (*Scaptotrigona luteipennis*)

Enfermedades:

- Ojo de pescado (*Dothiorella sp*)
- Pudrición del tallo (*Erwinia carotovora*)
- Antracnosis del fruto (*Colletotrichum sp*)

5.2.12. Análisis e interpretación de los resultados.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa; Excel, 2013 e IBM SPSS Statistics 25 utilizando las siguientes funciones:

Tipo de diseño	Bifactorial en un DCA
Tipo de prueba de normalidad	Kolmogorov Smirnov
Tipo de prueba de Homogeneidad	Prueba de igualdad de Levenne de varianzas de error
Tipo de análisis de varianza ò el considerado por el investigador	Prueba de efectos inter-sujetos
Análisis descriptivo de las variables	SNK

(Fuente: propia)

VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN

En los cinco meses (febrero – junio, 2022) que se llevó a cabo la aplicación y evolución de los tratamientos, en los primeros tres, se realizó la aplicación de los tratamientos con el propósito de inducir la producción de yemas florales y la aparición de frutos fuera de temporada, mediante el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

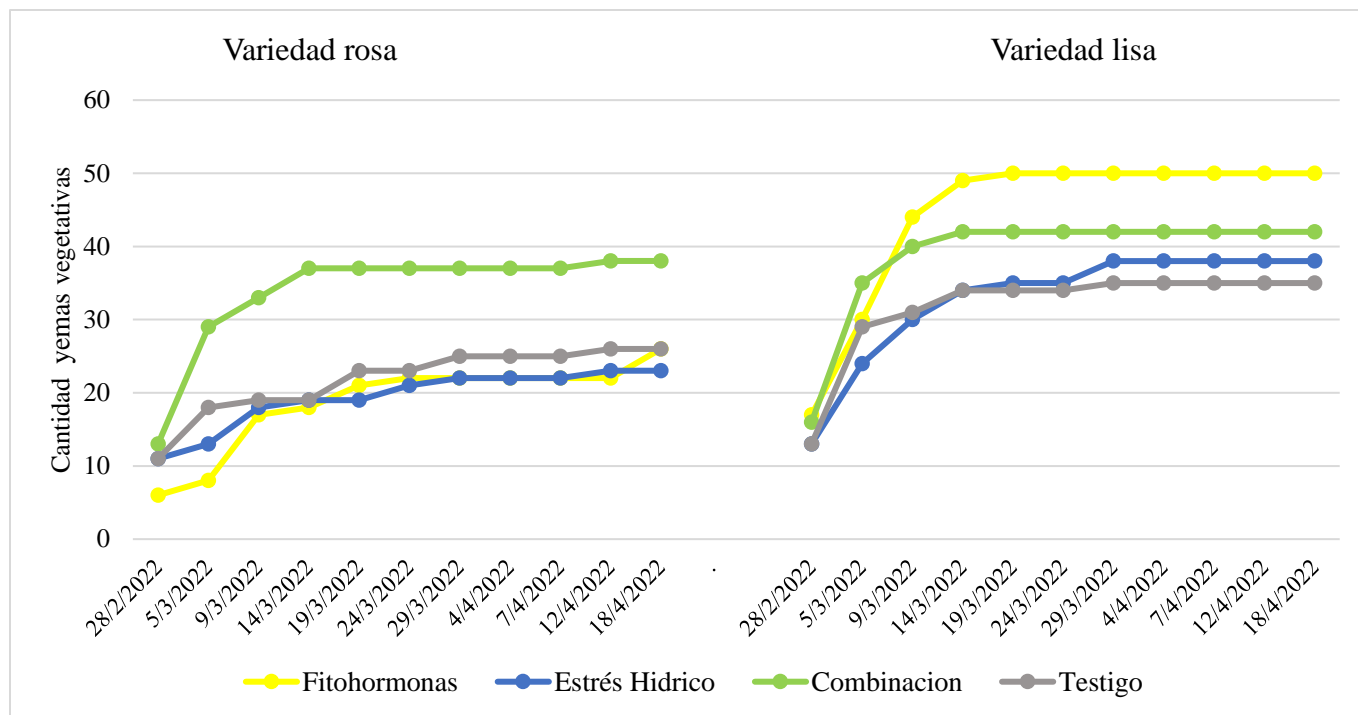


Figura 2. Cantidad de yemas vegetativas emitidas por variedad y por tratamiento, de acuerdo al tiempo del estudio.

En el presente grafico se demuestra, que la variedad lisa presento mayores resultados de cantidad de yemas vegetativas con el tratamiento de fitohormonas con (50), continuándole el tratamiento de combinación con (42), seguido del tratamiento estrés hídrico con (38) y por último el tratamiento de testigo con (35). En comparación a la variedad rosa que presento resultados de cantidad de yemas vegetativas desde el principio con el tratamiento de combinación con (38), seguido de los tratamientos de fitohormonas y testigo con (26) y por último el tratamiento de estrés hídrico con (23). Donde según el análisis estadístico (SPSS) (Anexos; Tabla 5) indica que si existe diferencia significativa entre los tratamientos ($p=0.00$),

las variedades ($p=0.00$) y entre la combinación de los mismos ($p=0.00$). Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa; que al menos uno de los tratamientos estimulará una mayor repuesta fisiológica en cuanto a la emisión de yemas vegetativas en alguna de las variedades fuera de su ciclo productivo.

En los resultados que se obtuvieron en ambas variedades, tomando como referencia los valores mínimo de (35) en variedad lisa y (23) en variedad rosa, estos resultados son superiores a los reportados por Salais (2011). Donde refleja que la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en el año 2009 en condiciones de campo obtuvieron un promedio (10.5) yemas vegetativas mientras que en pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*) obtuvieron un promedio de (15.6) y en condiciones bajo maya sombra (*Hylocereus undatus*) presento un total de (17.06) con fertirriego y con agua de riego los resultados fueron aún mínimos con (3.10) yemas vegetativas. Asociando estos datos con resultados similares de Morales (2018). En Pitahaya (*Hylocereus ocamponis*) con un promedio de (5.4) yemas vegetativas y (5.6) en (*Hylocereus undatus*) bajo fertilización convencional en el periodo de febrero a abril. Por otro parte Mar (2014) consiguió resultados inferiores en Pitahaya solferina (*Hylocereus sp.*) con un promedio de (7.33) yemas vegetativas en 67 días del estudio.

En las primeras fechas se observa una curva ascendente en la aparición de nuevas yemas vegetativas pero esta curva cambia a un comportamiento lineal y uniforme de nuevas emisiones de yemas vegetativas a partir de la fecha (20/03/22), este comportamiento concuerda con lo descrito por La Universidad Nacional del Nordeste de la Argentina (2010) donde describe que; “En el crecimiento vegetativo, los meristemos apicales, presentan un crecimiento localizado e indeterminado y que la floración es el cambio de crecimiento indeterminado a determinado y esto es debido a que existe un cambio en la sincronía celular y en las regiones de división celular. En la floración cambia la actividad y diferenciación del meristemo vegetativo a meristemo reproductivo, por cuya acción se originarán los componentes de la flor y cuando el proceso se dispara la forma del ápice va a cambiar”. Es por esto que se observa que las plantas no siguieron emitiendo significativamente nuevas yemas vegetativas por cual esto indica que a partir del (20/03/22) las plantas sufrieron un cambio en el proceso de crecimiento vegetativo para dar lugar al inicio de su proceso reproductivo para la formación de los primordios florales.

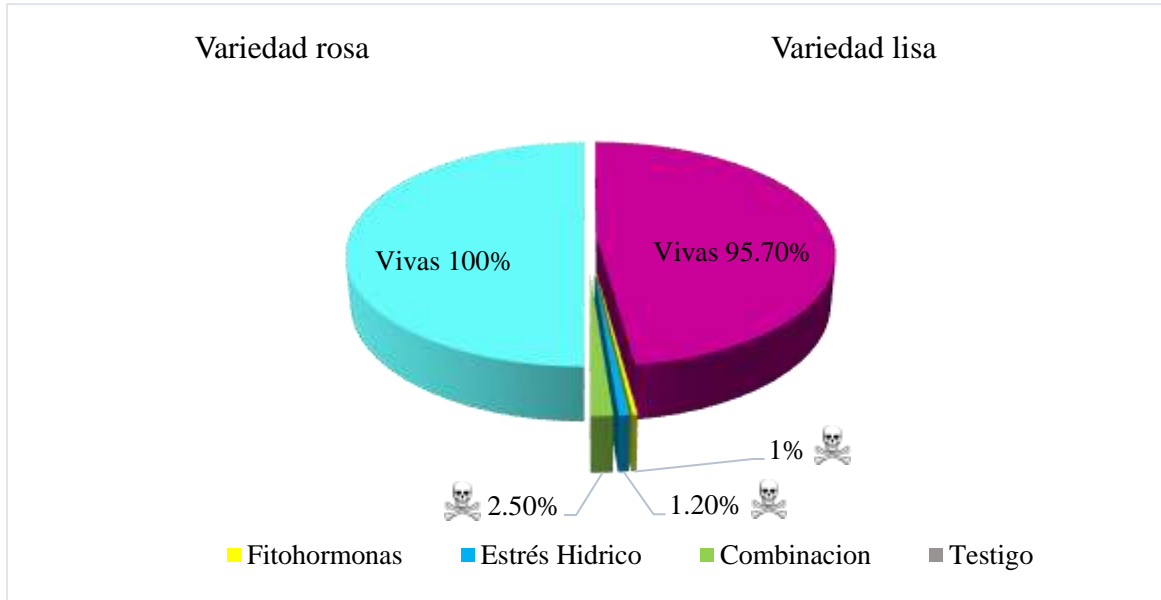


Figura 3. Supervivencia de las yemas vegetativas emitidas, por variedad y por tratamiento, de acuerdo al tiempo del estudio.

En el gráfico se observa que el mayor porcentaje de supervivencia lo obtuvo la variedad rosa en los cuatro tratamientos (0 muertas), caso contrario en la variedad lisa que en los tratamientos de combinación presentó un (2%), estrés hídrico (1.2%) y fitohormonas (1%) de yemas sucumbidas, siendo testigo el tratamiento que no presentó ninguna deserción (0 muertas).

Se resalta que en la supervivencia de las yemas vegetativas solo presentó afectaciones en la variedad lisa debido a que esta variedad es susceptible a las enfermedades bacterianas a como lo afirma INTA (2002). Que en el caso del estudio las afectaciones fueron por bacteriosis y no por los tratamientos. A parte de las bajas afectaciones en el estudio, no se presentaron anomalías a como lo reporta en su estudio Mar (2014) “Que observo algunas anomalías en la emisión de yemas vegetativas, tales como un mayor número de yemas hinchadas o brotadas, pero poco o nulo crecimiento de las yemas vegetativas”.

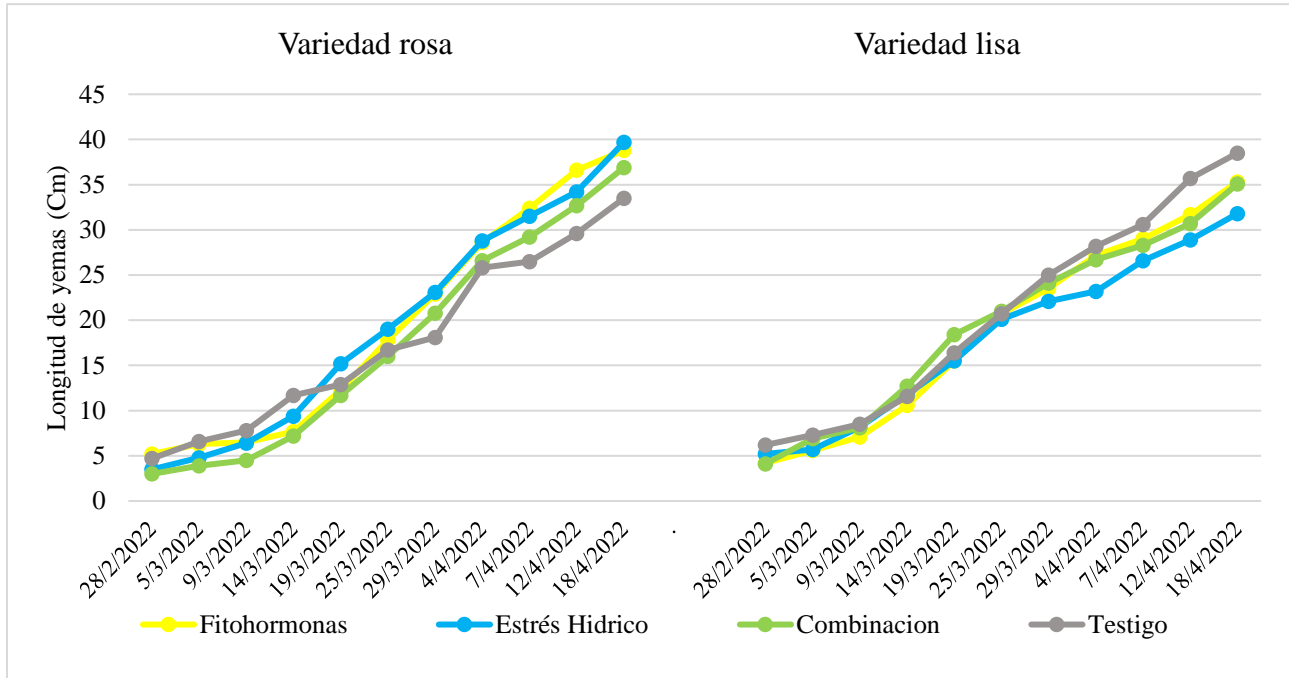


Figura 4. Longitud de las yemas vegetativas emitidas, por variedad y por tratamiento, de acuerdo al tiempo del estudio.

En el presente grafico se muestra que la variedad rosa presento mayores resultados finales de longitud de yemas con el tratamiento de estrés hídrico con (40.5cm) siguiéndole el tratamiento fitohormona con (38.8cm) y después el tratamiento combinación con (36.9cm) siendo testigo el ultimo tratamiento con (33.5cm), en comparación con la variedad lisa que obtuvo resultados en los tratamientos de testigo con (38.5cm) seguido del tratamiento fitohormona con (35.3cm) y luego el tratamiento combinación con (35.1cm) siendo el tratamiento de estrés hídrico el que presento menores resultados de longitud de yemas con (31.8cm). Donde según el análisis estadístico (SPSS), (Anexos; Tabla 6) indica que si existe diferencia significativa únicamente entre los tratamientos ($p=0.04$) y la combinación de los tratamientos ($p=0.02$).

Evidenciando que estos resultados en (51 días) de evaluación, fueron superiores en comparación con los mostrados por Martínez y De la llana (2003) que en (6 meses) del estudio, obtuvieron como resultado un promedio de (43.50cm) en pitahaya

(*Hylocereus undatus*) en la variedad Rosa y (50.26cm) la variedad Lisa. Así como también Salais (2011) reportó que en el año 2009 en (12 meses) de evaluación presentó un promedio de (76.3cm) en pitahaya (*Hylocereus undatus*) y (44.1cm) en pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*) mientras que en el año 2010, pitahaya (*Hylocereus undatus*) presentó un promedio de (73.6cm) y (41.8cm) en pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*). Por otra parte, Mar (2014) en pitahaya solferina (*Hylocereus sp.*) obtuvo un promedio de (51.03cm) en (47 días) con el uso de Giberelinas (AG₃), mientras que en testigo presentó un promedio de (22.25cm) en los mismos (47 días).

Tabla 1. Número de días a la primera emisión de yema floral por variedad y por tratamiento, de acuerdo al tiempo del estudio.

Variedades	Tratamientos			
	Fitohormonas	Estrés Hídrico	Combinación	Testigo
Rosa	60	40	60	60
Lisa	60	55	28	60

El presente cuadro indica que la variedad lisa obtuvo el resultado más temprano al emitir la primera yema floral, con el tratamiento combinación a los (28 días) (24/03/22) luego el tratamiento estrés hídrico con (55 días) (18/04/22) y por último el tratamiento de fitohormona y testigo con (60 días) (23/04/22) en comparación con la variedad rosa que el tratamiento de estrés hídrico emitió la primera yema floral a los (40 días) (04/04/22) siendo los tratamientos de fitohormona, combinación y testigo los últimos que emitieron yemas florales demorando (60 días) (23/04/22).

El cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*), Según INTA (2002) indica que “Las primeras flores aparecen con las primeras lluvias de Mayo, o en Junio si las mismas se retrasan”. Y de igual forma ocurrió el mismo comportamiento descrito por; Osuna et al. (2016) “Que la emergencia de los botones florales en las pitahayas sucedió a partir de la segunda quincena de junio en el año 2008 y 2010 mientras que en 2009 la primera floración ocurrió en la primera semana de julio corroborando este comportamiento a la información climatológica que mostró el inicio de las lluvias e incremento de la temperaturas y la humedad relativa en junio y julio, lo que concordó con el inicio de la floración. Este comportamiento también coincide con lo reportado para regiones productoras de pitahaya en México y otros países”.

Caso contrario con lo reflejado en el estudio, que la emisión de las yemas florales ocurrió por la acumulación de los tratamientos y no por presencia de precipitaciones (Marzo-Abril) como lo reportaron los autores antes descritos. Por otra parte Salais (2011). Afirma que la aplicación de riego a finales del 2009 y a principios del 2010 adelantó la floración.

Concordando con los resultados presentes en los tratamientos que implicaron el uso de estrés hídrico (riego edáfico y aspersión área).

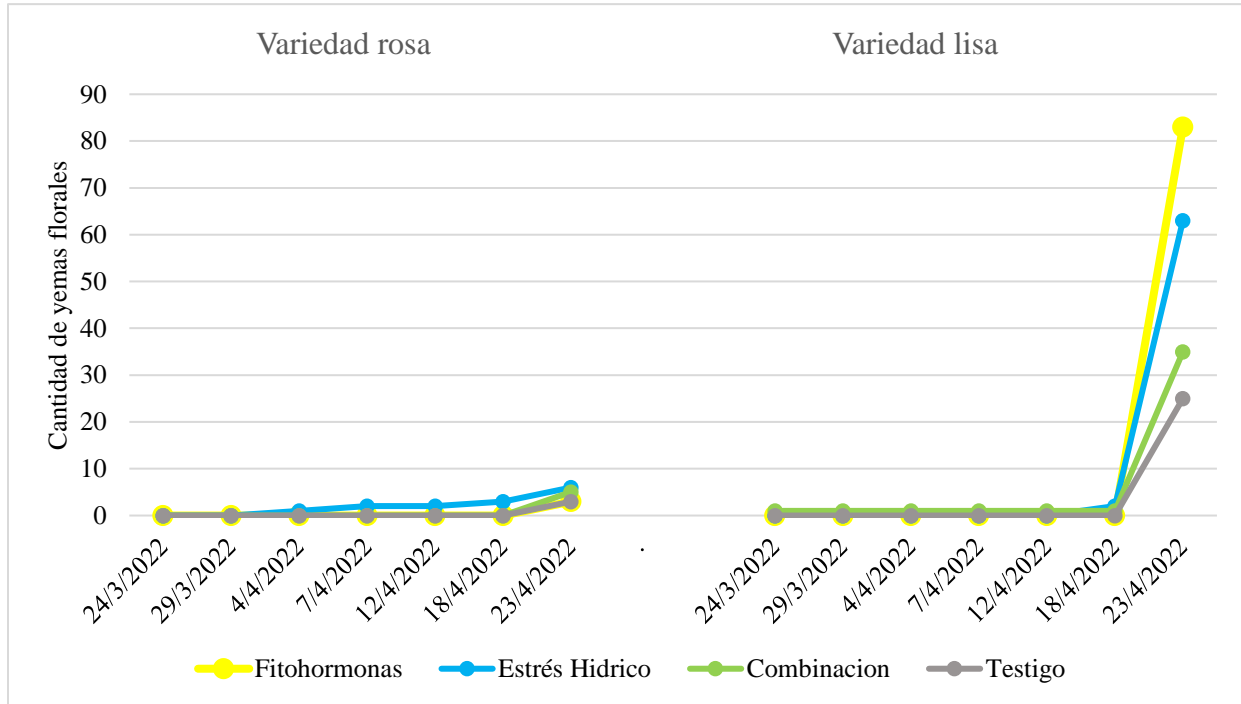


Figura 5. Cantidad de yemas florales emitidas por variedad y por tratamiento, de acuerdo al tiempo de estudio.

En el presente grafico se demuestra que la variedad lisa obtuvo el mayor resultado en cuanto a la cantidad de yemas florales con el tratamiento de fitohormonas con (83), continuándole el tratamiento de estrés hídrico con (63), seguido del tratamiento de combinación con (35) y por último el tratamiento de testigo con (25). Pero en cuanto al comportamiento conforme al tiempo, los tratamientos que obtuvieron los primeros resultados fueron combinación, estrés hídrico y testigo, siendo fitohormona el último tratamiento en reaccionar a la inducción floral. En el caso de la variedad rosa el tratamiento que obtuvo resultados en cuanto a comportamiento y cantidad de yemas florales fue estrés hídrico con (6) seguido del tratamiento combinación con (5) y por último los tratamientos fitohormona y testigo presentaron el mismo comportamiento y la misma cantidad de (3) yemas florales. Donde según el análisis estadístico (SPSS), (Anexos; Tabla 7) indica que si existe diferencia significativa únicamente entre las variedades ($p=0.01$). Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa; que al menos uno de los tratamientos estimulará una mayor respuesta fisiológica en cuanto a la emisión de yemas florales en ambas variedades fuera de su ciclo productivo.

Según el estudio realizado por Salais (2011) describe que en cuanto al número de botones florales, (*Hylocereus undatus*) demostró un promedio de (36.1) en el año 2009 y en 2010 (45.8) mientras que en (*Hylocereus polyrhizus*) presento un promedio (9.20) en el año 2009 y en 2010 (7.0). Reflejando que estos datos son similares a los obtenidos en el estudio, destacando que los resultados son dependientes según las variedades. Mientras que Osuna et al. (2016) reporta que en la primera floración de (*Hylocereus undatus*) el año 2008 presento un promedio de (0.8) flores por plantas mientras que en el año 2009 promedio (0.6) flores por planta y en el 2010 presento un promedio de (0.5) flores por planta. Mientras que en el caso de Mar (2014) alcanzó como mayor resultado un promedio de (7.67) yemas florales.

En el grafico se observa que en la fecha (23/04/22) hubo un punto de quiebre en el incremento de los datos, este comportamiento se adjudica a lo descrito por Innovatione AgroFood Design (2019) que “En algunas circunstancias puede llegar a ser necesario un estímulo final, interno o externo, para que las células diferenciadas sufran un proceso proliferativo, capaz de permitir el desarrollo de las flores” a lo que se denomina evocación floral. Coincidiendo este proceso de estímulo con la tercera y última aplicación de los tratamientos en la misma fecha descrita.

Tabla 2. Cantidad de frutos generados por variedad y por tratamiento de acuerdo al tiempo de estudio.

Variedades	Tratamientos				Total
	Fitohormonas	Estrés hídrico	Combinación	Testigo	
Rosa	2	2	2	1	7
Lisa	11	8	4	0	23
Total	13	10	6	1	30

En la presente tabla indica que la variedad lisa obtuvo el más alto resultado en cantidad de frutos generados de las yemas florales, siendo fitohormona el tratamiento con el mayor resultado con (11) frutos, seguido del tratamiento estrés hídrico con (8) y después el tratamiento combinación con (4), siendo testigo el único tratamiento que no generó ningún fruto de las yemas florales en comparación con la variedad rosa los tratamientos fitohormona, estrés hídrico y combinación obtuvieron el mismo número de frutos generados (2) y por último testigo con solo (1) fruto. Donde según el análisis estadístico (SPSS), (Anexos; Tabla 8) indica que si existe diferencia significativa únicamente entre las variedades ($p=0.03$).

Según los resultados de Salais (2011) obtuvo que en el año 2009 en (*Hylocereus undatus*) de (36.1) brotes florales solo (9.8) lograron formarse en frutos y en (*Hylocereus polyrhizus*) de (9.20) brotes florales, se formaron (4.0) en frutos. Alegando que estos resultados fueron afectados por el exceso de lluvias (80mm) provocando una excesiva caída de yemas florales, facetando el ciclo de floración y fructificación. Coincidiendo este suceso con los resultados de la cantidad de brotes que se formaron en frutos en el estudio. Debido a que en el mes de mayo se presentaron altas precipitaciones (434.8mm) reportados por el Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (CNRA) de la UNAN-León, 2022 (Bárceñas & Rostran, 2022) coincidiendo este suceso en el momento del desarrollo y antesis de las yemas florales.

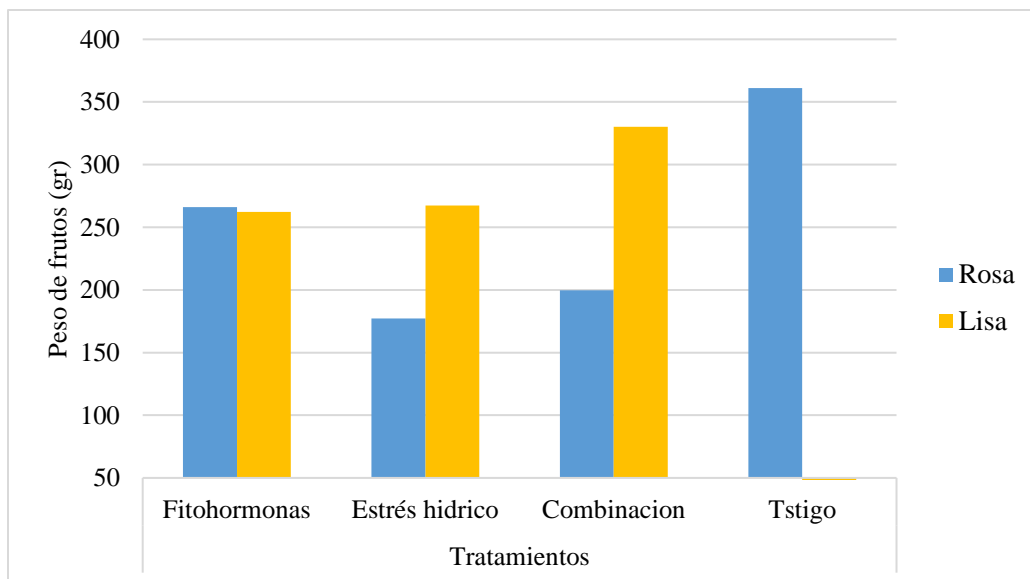


Figura 6. Peso de frutos por variedad y por tratamiento.

En el presente gráfico refleja que la variedad lisa obtuvo los mayores resultados en cuanto a peso de frutos, donde combinación fue el tratamiento que más se destacó con (330,3g), seguido del tratamiento estrés hídrico con (267.3g) y después el tratamiento fitohormona con (262.3g) siendo testigo el único tratamiento que no generó frutos, en comparación con la variedad rosa donde los tratamientos obtuvieron un promedio en peso de (266.2g) en fitohormona, seguido del tratamiento combinación con (199.8g) siendo el siguiente el tratamiento de estrés hídrico con (177.2g) y por último testigo, que fue el tratamiento que su peso no se pudo promediar ya que solo generó un fruto, con un peso de (361g). Donde según el análisis estadístico (SPSS), (Anexos; Tabla 9) indica que si existe diferencia significativa únicamente entre los tratamientos ($p=0.02$).

Según los resultados de Martínez y De la llana (2004) informan que en el ciclo natural productivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) presentó pesos promedios en frutos de la variedad lisa de (330g) y (360g) en la variedad rosa. En otro estudio presentado por Vaillant, et al. (2004) reporta pesos promedios de (235g) en la variedad lisa y en variedad rosa (245g) siendo estos datos similares al estudio.

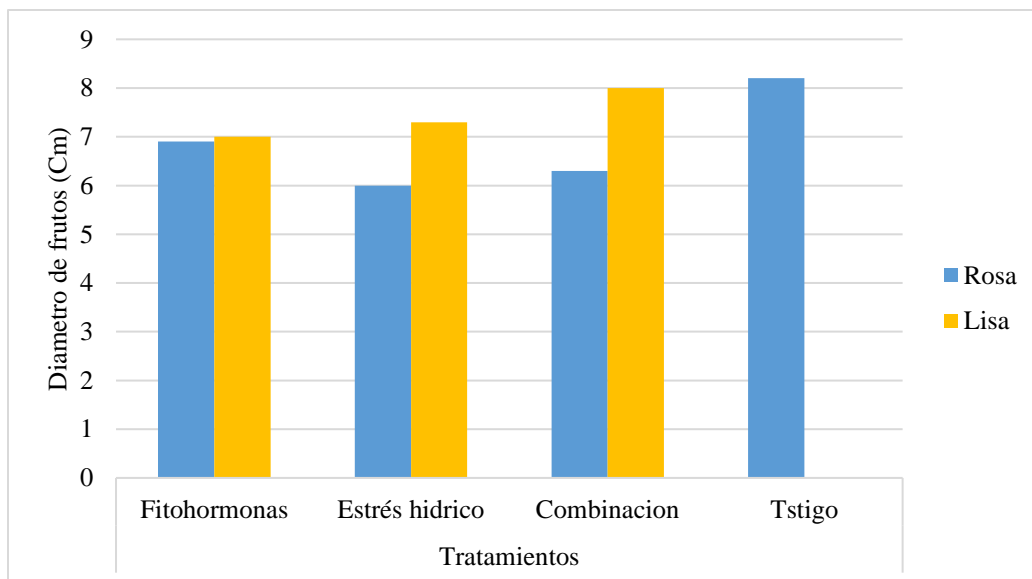


Figura 7. Diámetro de frutos por variedad y por tratamiento.

En el presente gráfico refleja que la variedad Lisa obtuvo los mayores resultados en diámetro de frutos, donde el tratamiento combinación obtuvo un diámetro de (8cm) seguido de del tratamiento estrés hídrico con (7.3cm) y luego el tratamiento fitohormona con (7cm) y por último testigo siendo el único tratamiento que no obtuvo frutos para medir, en comparación con la variedad Rosa donde el tratamiento de fitohormona obtuvo (6.9cm) seguido del tratamiento combinación con (6.3cm) y luego el tratamiento de estrés hídrico con (6cm) y por último el tratamiento testigo que obtuvo (1) fruto por el cual su dato no se pudo promediar teniendo un diámetro de (8.2cm). Donde según el análisis estadístico (SPSS), (Anexos; Tabla 10) indica que si existe diferencia significativa únicamente entre los tratamientos ($p=0.03$) y las variedades ($p=0.02$).

Según los resultados de Martínez y De la llana (2004) informan que en el ciclo natural productivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) Presento diámetros promedios en frutos en la variedad Lisa de (7.3cm) y (7.5cm) en la variedad Rosa. En otro estudio presentado por; Vaillant et al (2004) reporta diámetros promedios de (7.1cm) en la variedad Lisa y en variedad Rosa (7.5cm) siendo estos datos similares al estudio en cuanto a la variedad Lisa y siendo inferiores en la variedad Rosa.

Tabla 3. Concentración de azúcar en grados Brix de frutos por variedad y por tratamiento.

Grados Brix		
	V1: Rosa	V2: Lisa
Testigo	12°	0
Fitohormonas	13°	9°
Estrés hídrico	13°	9°
Combinación	12°	13°

En el presente cuadro demuestra que la variedad rosa obtuvo mayores resultados en cuanto a la concentración de azúcar expresada en grados brix, donde los tratamientos fitohormona, estrés hídrico, obtuvieron el mismo contenido de azúcar con (13°) y por último los tratamientos combinación y testigo con (12°), en comparación con la variedad lisa que el tratamiento que mayor contenido de azúcares obtuvo fue combinación con (13°) seguido de los tratamientos fitohormona y esteres hídrico con (9°) y por último el tratamiento testigo que no presento grados brix por no haber producido frutos de las yemas florales.

Según los resultados presentados por Martínez y De la llana (2004) destacan que obtuvieron promedios en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) de (11.1°) brix en la variedad lisa y en la variedad rosa (11.4°) brix, superando los resultados en cuanto a la variedad rosa en todos los tratamientos a diferencia de la variedad lisa que presento resultados inferiores a excepción del tratamiento combinación.

Tabla 4. Cantidad de frutos según las categorías comerciales por variedad y por tratamiento.

Frutos comerciales									
Código de calibre	Peso por unidad (gr)	Fitohormona		Estrés hídrico		Combinación		Testigo	
		Rosa	Lisa	Rosa	Lisa	Rosa	Lisa	Rosa	Lisa
A	110 - 150					1			
B	151 - 200						1		
C	201 - 250								
D	251 - 300			1	1	1			
E	301 - 400		2		3		2	1	
F	401 - 500	1	4		1		1		
G	501 - 600								
H	601 - 700								
I	> 701								

A como se observa en el presente cuadro, la variedad lisa obtuvo mayores resultados con el tratamiento fitohormona con (6) frutos, entre las categorías (E y F), seguido del tratamiento estrés hídrico con (5) frutos, en su mayoría están entre la categoría (D, E y F) continuado del tratamiento combinación con (3) frutos, en las categorías (E y F) y por último el tratamiento testigo que no presentó frutos. En comparación con la variedad rosa, que el tratamiento combinación obtuvo (2) frutos en las categorías (A y D) y siendo los tratamientos fitohormona, estrés hídrico y testigo los que presentaron (1) fruto, en las categorías (D, E y F).

Las categorías comerciales están relacionadas con el peso y la calidad de los frutos. Donde la mayoría de los frutos comerciales (20), 15 de ellos alcanzaron en las categorías

(E y F) aproximándose estos resultados al estudio descrito por Martínez y De la llana (2004) que en la variedad lisa y rosa alcanzaron promedios de 300 a 400g clasificándose estos en la categoría (E).

VII. CONCLUSIONES

Con el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la ejecución del estudio se logra evidenciar que el uso de fitohormonas y estrés hídrico en las dos variedades de pitahaya (*Hylocereus undatus*) promueven la emisión de nuevas yemas vegetativas y el desarrollo de las mismas, sin presentar mortalidad y anomalías por el uso de los tratamientos, siendo la variedad lisa con tratamientos fitohormonas los que expresaron una mayor cantidad de yemas vegetativas con (50) en comparación a testigo con (35) respectivamente. No obstante en el crecimiento, la variedad rosa fue superior con el uso de estrés hídrico con (\bar{x} : 40.5 cm) en comparación a testigo con (\bar{x} : 33.5cm).

El uso de estrés hídrico en combinación de fitohormonas promueve el adelanto de la emisión de yemas florales principalmente en la variedad lisa con (32 días) de diferencia en comparación del testigo. Mientras que el uso de fitohormonas por sí sola, no induce a la emisión temprana de yemas florales, sin embargo, promueve el aumento de la cantidad de yemas florales a los (60 días) únicamente en variedad lisa con (83 yemas florales). La sobrevivencia de los brotes florales es influenciada directamente por la incidencia de altas precipitaciones.

El uso de los tratamientos en los parámetros productivos no presentan afectaciones o anomalías en los frutos, clasificándose el (67% de los frutos) en categorías comerciales, a excepción de la concentración de azúcar (° brix) donde la variedad lisa alcanzo (13°) con el tratamiento combinación, en comparación con los tratamientos de fitohormonas y estrés hídrico que lograron (9°).

VIII. RECOMENDACIONES

Con el proceso de ejecución del estudio, los resultados y experiencias adquiridas se recomienda:

- 1) Se recomienda la aplicación del riego posteriormente de un déficit hídrico de (2 meses), para promover la inducción floral en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*).
- 2) El uso de fitohormas (citoquininas) con dosis de (1.2gr de Cytokin 10%) en secuencia de 3 aplicaciones cada 20 días aumenta la cantidad de yemas florales en pitahaya (*Hylocereus undatus*), variedad lisa.
- 3) Promover estudios de implementación de sistemas riegos tecnificados de aspersion área con diferentes caudales de agua en distintas variedades del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*).
- 4) Realizar estudios con el uso de productos bloqueadores hormonales que promuevan el desarrollo vegetativo y que aumenten la síntesis de fitohormonas promotoras de yemas florales.
- 5) Realizar trabajos de estudio del uso de fitohormonas en la época de invierno con el propósito de evaluar el comportamiento en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*).
- 6) Elaborar estudios del uso de fitohormonas con diferentes dosis para encontrar la dosis ideal que promuevan resultados viables de inducción floral.
- 7) Ejecutar estudios del uso de fitohormonas y estrés hídricos en las demás variedades de pitahaya (*Hylocereus undatus*) de interés comercial.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Ambiciosos con exportación de pitahaya* [Comunicado de prensa]. (2013). El Nuevo Diario. <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/295904-ambiciosos-exportacion-pitahaya/>
- Análisis de Mercado - Pitahaya 2015 -2020*. (2021). Plataforma del Estado Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/sse/informes-publicaciones/2049488-analisis-de-mercado-pitahaya-2015-2020>
- Bárcenas, M., & Rostran, J. (2022). *Registro de precipitaciones del Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (CNRA) en el campus agropecuario 2022*.
- Bárcenas, M., Rostran, J., & Silva, P. (2017). *Condiciones climáticas del Campus Agropecuario junio 2017*. Repositorio Institucional, UNAN-León: Condiciones climáticas del Campus Agropecuario junio 2017. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/5445>
- Bioestimulación de la Floración en Cultivos Hortofrutícolas | Intagri S.C.* (2016). Intagri. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulacion-de-la-floracion-en-cultivo-hortofruticolas>
- Estrés hídrico: ¿Por qué se produce?* (2018). Grupo Ñesta. <https://www.grupoinesta.com/que-es-el-estres-hidrico/>

Fisiología de la floración. (210). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura | FACENA

UNNE. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/floracion%20fructificacion%20germinacion.pdf>

Fitohormonas y Reguladores del Crecimiento Vegetal | Intagri S.C. (2018).

Intagri. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/biosintesis-de-las-fitohormonas-y-reguladores-de-crecimiento>

Fitohormonas: reguladores de crecimiento y bioestimulantes. (2017). Red-agrícola. <https://redagricola.com/fitohormonas-reguladores-de-crecimiento-y-bioestimulantes/>

Floración y Fenología. (2019). En *Fisiología Vegetal*. Universidad de Costa Rica. <http://biologia.ucr.ac.cr/profesores/Garcia%20Elmer/Floracion%20y%20fenologia%202019.pdf>

Floración: evocación floral y clasificación de especies - Innovazione. (2019). Innovazione AgroFood Design. <https://innovazione.eu/2019/06/10/floracion/>

Garzón, D. (2012). *Evaluación de la influencia del déficit hídrico en el crecimiento y desarrollo de la naranja “valencia” (citrus sinensis osbeck) en el piedemonte llanero de Colombia* [Título de Magíster, Universidad nacional de colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10815/822171.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Google. (s.f.). *Google Earth* (Versión 9.180.0.125 de enero de 2023) [Software de computadora]. https://earth.google.com/web/@12.42130358,86.85247983,362.45260199a,0d,35y,-1.8924h,28.3481t,-0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419

Ichtenzveig, j, Abbo, s, Nerd, a, Tel-zur, m., & Mizrah, y. (2000). *Citología y apareamiento sistemas en el escalada cactus hylocereus y selenicereus* (Publicación n.º 1058-1065. 2000.) [Ben Gurion Universidad de Néguev y Universidad de Jerusalén]. https://www.researchgate.net/publication/12420027_Cytology_and_Mating_Systems_in_the_Climbing_Cacti_Hylocereus_and_Selenicereus

INTA. (2002). *Guía Tecnológica 6. Cultivo de la Pitahaya - PDF Descargar libre*. Docplayer. <https://docplayer.es/23369799-Guia-tecnologica-6-cultivo-de-la-pitahaya.html>

JICA & INATEC. (2018). *Manual del protagonista. Cultivos de frutales*. Tecnología Nacional. https://www.tecnacional.edu.ni/media/Cultivos_de_frutales.compressed.pdf

La importancia de las citocininas y las hormonas vegetales – AgTech América. (2020). AgTech América – Tecnología agrícola para la producción sustentable de cultivos de alto valor. <https://agtechamerica.com/las-citocininas-y-las-hormonas-vegetales/>

MAPCYKIN 10 SP | Marketing Arm Nicaragua. (s.f.). Marketing Arm Nicaragua. <https://www.mainic.com.ni/producto/cytokin-10-sp/>

Mar, B. (2014). *Promotores de la brotación en pitahaya solferina (hylocereus sp.) en invernadero y ensayo de ag3 en floración en condiciones de campo* [Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos, Edo de México]. https://www.academia.edu/16524648/PROMOTORES_DE_LA_BROTA_CIÓN_EN_PITAHAYA_SOLFERINA_Hylocereus_sp_EN_INVERNADERO_Y_ENSAYO_DE_AG3_EN_FLORACIÓN_EN_CONDICIONES_DE_CAMPO

Martínez, T., & De la llana, D. (2004). *Caracterización y evaluación de siete clones de pitahaya (Hylocereus spp.) en el Centro Experimental Campos Azules (CECA), Masatepe (Masaya)* [Tesis (Ingeniería en Agronomía), Universidad Nacional Agraria (UNA)]. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/1911>

MEFCA. (s.f.). *Cartilla del cultivo de pitahaya*. <https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento7481399.pdf>

Morales, Y. (2018). *Desarrollo vegetativo de pitahaya (Hylocereus spp.) en respuesta a la aplicación de vermicompost y fertirriego* [Tesis (Maestría en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable), Instituto Politécnico Nacional, Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional unidad de Michoacán]. <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/25213>

Nerd, A., Sitrit, Y., Kaushik, RA y Mizrahi, Y. (2002). Las altas temperaturas del verano inhiben la floración en cultivos de pitaya enredadera (*Hylocereus spp.*). *Scientia Horticulturae*, 96 (1-4), 343-350. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(02\)00093-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00093-6)

OIRSA. (2000). *Manual técnico buenas prácticas de cultivo en pitahaya*. SlideShare. <https://es.slideshare.net/IvanSotomayor5/manualpithayapdf>

Orduz, J & Fischer, G. (2007). *Balance hídrico e influencia del estrés hídrico en la inducción y desarrollo floral de la mandarina 'arrayana' en el piedemonte llanero de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Centro Editorial. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/28287>

Osuna, T., Valdez, J., Sañudo., J, Muy, M., Hernández, S., Villarreal, M., & Osuna, J. (2016). FENOLOGÍA REPRODUCTIVA, RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus* (How.) Britton and Rose) EN EL VALLE DE CULIACÁN, SINALOA, MÉXICO. *Agrociencia*, 50 (1), 61-78. <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=30243765005>

Pitaya (pitahaya) fresca. Datos sobre importaciones y exportaciones de Pitahaya fresca. (2022). TRIDGE. <https://www.tridge.com/es/intelligences/dragon-fruit/import>

Quezada, P. (2014). *Plantas bajo estrés*. SlidePlayer. https://slideplayer.es/slide/135248/#google_vignette

Salais, O. (2011). *Evaluación de materiales orgánicos como fuente de fertilización para la pitahaya (*Hylocereus spp.*)* [Tesis maestría en ciencias, Instituto politécnico nacional centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional. unidad Oaxaca]. http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROA X/151

Sánchez, J. (2017). *Efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas de inducción floral en el rendimiento del cultivo de pitahaya (Selenicereus megalanthus), en el Distrito Churuja, Amazonas – 2017* [Tesis (Ingeniería en Agronomía), Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias]. <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1377>

Vaillant, F., Perez, A., Davila, I., Dornier, M & Reynes, M. (2004). *Propiedades colorantes y antioxidantes de la pitahaya rojo-violeta (Hylocereus sp.)* [Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Tropical Fruits Dept. (Cirad, Département Flhor), TA 50/PS4, 34398 Montpellier Cedex 5, Francia. Centro Nacional d. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN), Campos Médicos, León, Nicaragua.]. <https://www.pubhort.org/fruits/2005/01/i5001.htm>

Wu, J. (2005). *Manual del cultivo de pitaya*. Instituto de Ciencias y Tecnologías Agrícolas. <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Pitaya/Manual%20del%20cultivo%20de%20la%20Pitaya.pdf>

X. ANEXOS

Tabla 5. Cronograma de actividades.

Actividades.	2021				2022																											
	Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio							
	Semanas																															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1. Descanso (Sin riego).	■	■	■	■	■	■	■	■	■																							
2. Limpieza del área.					■	■					■				■				■				■				■					
3. Muestreo de plagas.						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
4. Control de plaga.									■										■	■			■	■			■	■				
5. Riego edáfico.										■	■	■			■	■			■	■			■	■	■	■	■	■	■			
6. Fertilización edáfica.										■			■						■				■				■					
7. Fertilización (Ca + Br).															■	■			■				■				■				■	
8. Podas (Fitosanitaria y de formación).										■																						
9. Aplicación de los tratamientos.										■	■				■	■			■	■			■	■			■	■				
10. Muestreos de los datos.															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			

Tabla 6. Presupuesto.

Materiales	Unidad Medida	Cantidad	Costo Unitario C\$	Total
Tijera de poda	Unidad	2	350	700
Bomba aspersora	Unidad	2	2500	5000
Guantes de cuero	Pares	2	140	280
Machete	Unidad	2	250	500
Azadón	Unidad	2	300	600
Taype eléctrico	Unidad	2	20	40
Marcador	Unidad	1	25	25
Cinta métrica	Unidad	1	100	100
Balanza digital	Unidad	1	1200	1200
Refractómetro	Unidad	1	2500	2500
Vernier	Unidad	1	250	250
Navaja	Litros	1	80	80
Insumos				
MaciKin 10%	Unidad	1	740	740
Urea	Libras	100	2200	2200
DAP (18-46-0)	Libras	100	27	2700
MOP (0-0-60)	Libras	100	24.5	2450
Cl + Br	Litros	1	200	200
Mancozed 80WP	kg	1	260	260

Phyton 24 S.A	Unidad	1	700	700
Imidacropid 70 WG	Unidad	1	425	425
Cypermctrina	Litros	1	280	280
Cloro	Unidad	1	9	9
Total				C\$21,239

Tabla 7. Operalización de las variables.

Objetivo general	Objetivo específico	Variable	Definición real o teórica de la variable a medir	Sub variable	Tipos de variables	Criterio para medir	Indicador/ definición operacional	Metodología de medición	Técnica o instrumento
Evaluar dos métodos de inducción floral en dos variedades de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>) lisa y rosa, en el campus agropecuario UNAN-León 2022.	Evaluar las emisiones de yemas vegetativas en las dos variedades de pitahaya después de la aplicación de los tratamientos .	Cantidad de yemas vegetativas.	Se define como el total de yemas vegetativas emitidas después de la aplicación de los tratamientos.		Independiente.	Emisión de yemas vegetativas después de la aplicación de los tratamientos.	Cantidad de yemas vegetativas.	Se contabilizaran todas las yemas vegetativas emitidas a partir de la primera aplicación de los tratamientos hasta el final del estudio.	Bitácora.
		Sobrevivencia de las yemas vegetativas.	El resultado final de la cantidad de yemas vegetativas que surgieron y murieron en el transcurso del tiempo del estudio.		Independiente.	Aparición de yemas vegetativas después de la aplicación de los tratamientos.	Sobrevivencia de yemas vegetativas.	Se contabilizaron y marcaron las yemas que emergieron a partir de la primera aplicación de los tratamientos hasta el final del estudio.	Bitácora.
		Longitud de las yemas vegetativas.	Se define como la longitud que abarcaron las yemas vegetativas en el transcurso del tiempo desde la primera aplicación		Dependiente.	Aparición de yemas vegetativas después de la aplicación de los tratamientos.	Longitud de yemas vegetativas.	Se midieron la longitud de las yemas vegetativas desde el nudo (la base) hasta el ápice. A partir de la primera aplicación de los	Bitácora y cinta métrica.

			de los tratamientos hasta el final del estudio.					tratamientos hasta el final del estudio.	
Monitorear el comportamiento de las emisiones de brotes florales en las dos variedades de pitahaya después de la aplicación de los tratamientos.	Número de días a la primera emisión de yema floral.	Se refiere al tiempo que tarda la planta para el inicio de la floración.		Independiente.	Aparición de yemas florales después de la aplicación de los tratamientos.	Número de días a la primera emisión de yema floral.		A partir de la primera aplicación de los tratamientos, se contaron los días que tardaron las plantas en emitir la primera yema floral de cada tratamiento.	Bitácora.
	Cantidad de yemas florales.	Es el total de yemas florales emergidas, en todo el tiempo que se llevó a cabo el estudio.		Independiente.	Aparición de yemas florales después de la aplicación.	Cantidad de Brotes florales.		Se contabilizaron todas las yemas florales que se generaron después de la primera aplicación de los tratamientos, hasta finalizar el estudio.	Bitácora.
	N° de frutos generados de las yemas florales.	Se refiere a la cantidad de frutos generados a partir de las yemas florales emergidas por la aplicación de los tratamientos.		Dependiente.	Sobrevivencia, amarre y cuajado de las yemas florales.	N° de frutos.		Se contaron todas las frutas generadas de las yemas florales.	Bitácora.

	la aplicación de los tratamientos.	Nº de frutos comerciales	Condición de la fruta que ha alcanzado el punto óptimo de su desarrollo y madurez fisiológico. Que permita la aceptación del mercado.	Peso. Diámetro. Grados Brix.	Dependiente	Cumplimiento de los parámetros de frutos comerciales.	Nº de frutos comerciales.	Se contabilizaron, pesaron y medirán todos los frutos que alcancen el punto óptimo de desarrollo y madurez fisiológica.	Bitácora. Balanza digital. Vernier. Refractómetro.
--	------------------------------------	--------------------------	---	------------------------------------	-------------	---	---------------------------	---	---

Tabla 5. Análisis estadísticos en (SPSS) en variable cantidad de yemas vegetativas.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Cantidad de yemas presentes

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1981.875 ^a	7	283.125	19.114	.000
Intersección	25823.186	1	25823.186	1743.365	.000
Variedad	1076.095	1	1076.095	72.649	.000
Tratamiento	398.042	3	132.681	8.957	.000
Variedad * Tratamiento	507.739	3	169.246	11.426	.000
Error	3791.939	256	14.812		
Total	31597.000	264			
Total corregido	5773.814	263			

a. R al cuadrado = .343 (R al cuadrado ajustada = .325)

Tabla 6. Análisis estadísticos en (SPSS) en variable longitud de las yemas vegetativas.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Longitud en cm de la yemas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	7024.317 ^a	7	1003.474	2.767	.007
Intersección	1054414.382	1	1054414.382	2907.436	.000
Tratamiento	3021.688	3	1007.229	2.777	.040
Variedad	720.310	1	720.310	1.986	.159
Tratamiento * Variedad	3551.937	3	1183.979	3.265	.021
Error	965404.241	2662	362.661		
Total	2091599.230	2670			
Total corregido	972428.558	2669			

a. R al cuadrado = .007 (R al cuadrado ajustada = .005)

Tabla 7. Análisis estadísticos en (SPSS) en variable cantidad de yemas florales.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Cantidad de yemas florales

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	173.469 ^a	7	24.781	1.211	.296
Intersección	229.337	1	229.337	11.210	.001
Variedad	124.031	1	124.031	6.063	.014
Tratamiento	21.010	3	7.003	.342	.795
Variedad * Tratamiento	28.427	3	9.476	.463	.708
Error	5728.194	280	20.458		
Total	6131.000	288			
Total corregido	5901.663	287			

a. R al cuadrado = .029 (R al cuadrado ajustada = .005)

Tabla 8. Análisis estadísticos en (SPSS) en variable cantidad de frutos.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Cantidad de frutos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	11.278 ^a	7	1.611	2.053	.062
Intersección	12.500	1	12.500	15.929	.000
Tratamiento	4.500	3	1.500	1.912	.137
Variedad	3.556	1	3.556	4.531	.037
Tratamiento * Variedad	3.222	3	1.074	1.369	.260
Error	50.222	64	.785		
Total	74.000	72			
Total corregido	61.500	71			

a. R al cuadrado = .183 (R al cuadrado ajustada = .094)

Tabla 9. Análisis estadísticos en (SPSS) en variable peso de frutos.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Peso de fruto (gr)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	368281.679 ^a	7	52611.668	2.367	.030
Intersección	566844.364	1	566844.364	25.498	.000
Tratamiento	119335.982	3	39778.661	1.789	.156
Variedad	114960.678	1	114960.678	5.171	.026
Tratamiento * Variedad	91941.124	3	30647.041	1.379	.255
Error	1756270.960	79	22231.278		
Total	2879212.040	87			
Total corregido	2124552.640	86			

a. R al cuadrado = .173 (R al cuadrado ajustada = .100)

Tabla 10. Análisis estadísticos en (SPSS) en variable diámetro de frutos.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Diámetro de fruto

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	252.809 ^a	7	36.116	3.241	.004
Intersección	419.953	1	419.953	37.691	.000
Tratamiento	100.990	3	33.663	3.021	.035
Variedad	64.084	1	64.084	5.752	.019
Tratamiento * Variedad	52.799	3	17.600	1.580	.201
Error	880.208	79	11.142		
Total	1685.300	87			
Total corregido	1133.017	86			

a. R al cuadrado = .223 (R al cuadrado ajustada = .154)

Imágenes ilustrativas del estudio.



Figura 8. Identificación del área de estudio: A) limpieza del área. B) y C) panorama de la plantación del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*).



Figura 9. Definición de los tratamientos en el área de estudio: A) Plano de la parcela. B) Tratamiento N°0 (Testigo). C) Tratamiento N°1 (Fitohormonas). D) Tratamiento N°2 (Estrés hídrico). E) Tratamiento N°3 (Combinación).



Figura 10. Aplicación de los tratamientos: A) Primera aplicación de los tratamientos (2da semana de febrero). B) preparación de la segunda aplicación de los tratamientos (3ra semana de marzo). C) Tercera aplicación de los tratamientos (3ra semana de abril).

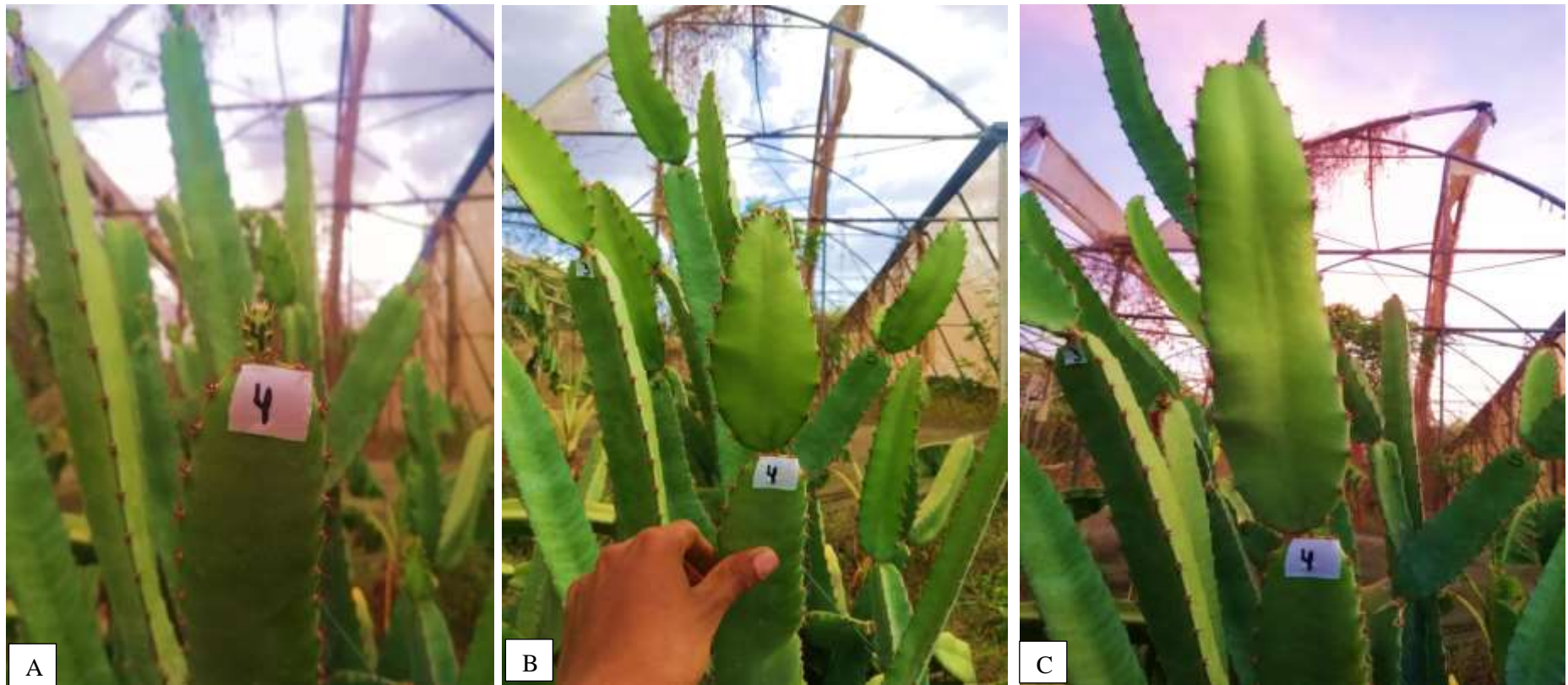


Figura 11. Identificación y monitoreo de emisión de yemas vegetativas (variedad rosa con tratamiento de estrés hídrico) (Tutor 3. Yema N°4): A) Identificación de yema vegetativa (28/02/23). B) Desarrollo de yema (14/03/22). C) Desarrollo de yema (29/03/22).



Figura 12. Emisión y desarrollo de la primera yema floral en el estudio, variedad lisa con tratamiento combinación: A) Emisión de yema (Sin identificar). B) Identificación de yema floral (24/03/22). C) Desarrollo de la yema floral (04/04/22)

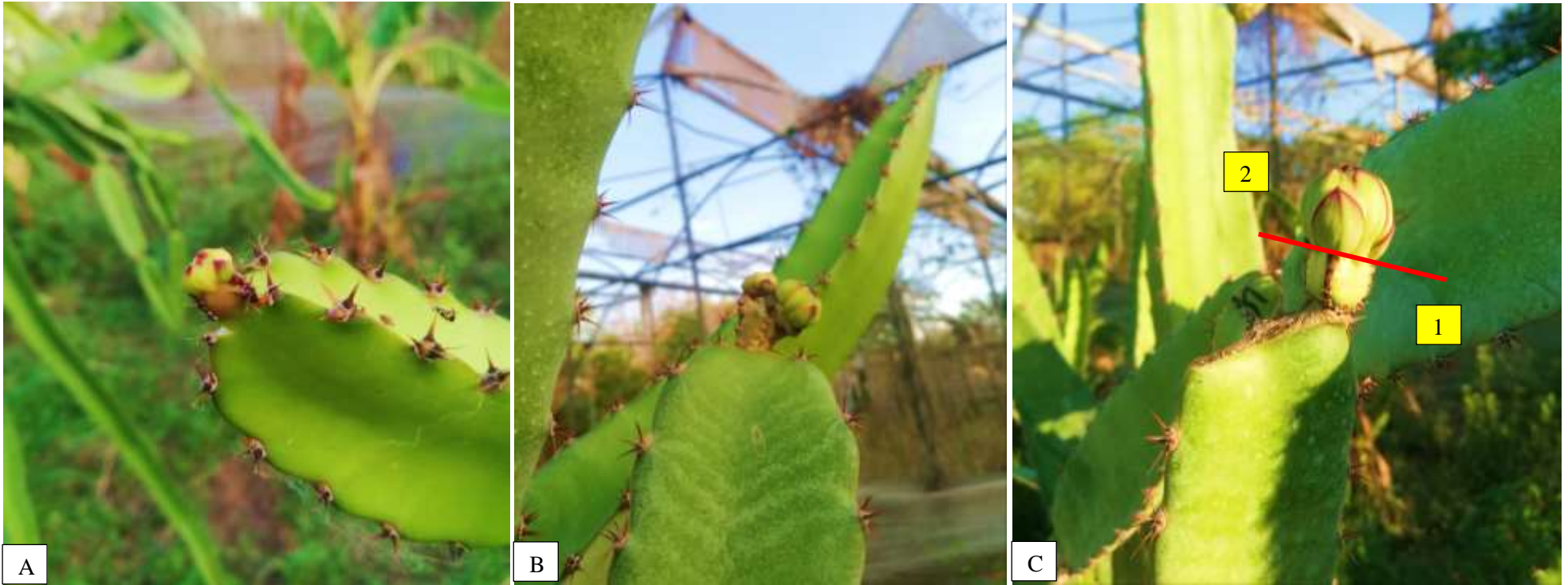


Figura 13. Formación de yemas florales en el ápice (punto de crecimiento) que habían emergido como yemas vegetativas: A) Identificación de la formación de yema floral a partir de una yema vegetativa. B) Formación de dos yemas florales a partir de una yema vegetativa. C) Diferenciación de yema vegetativa y yema floral; N°1 emisión de yema vegetativa (presencia de espinas), N°2 formación de yema floral (presencia de Sépalos).

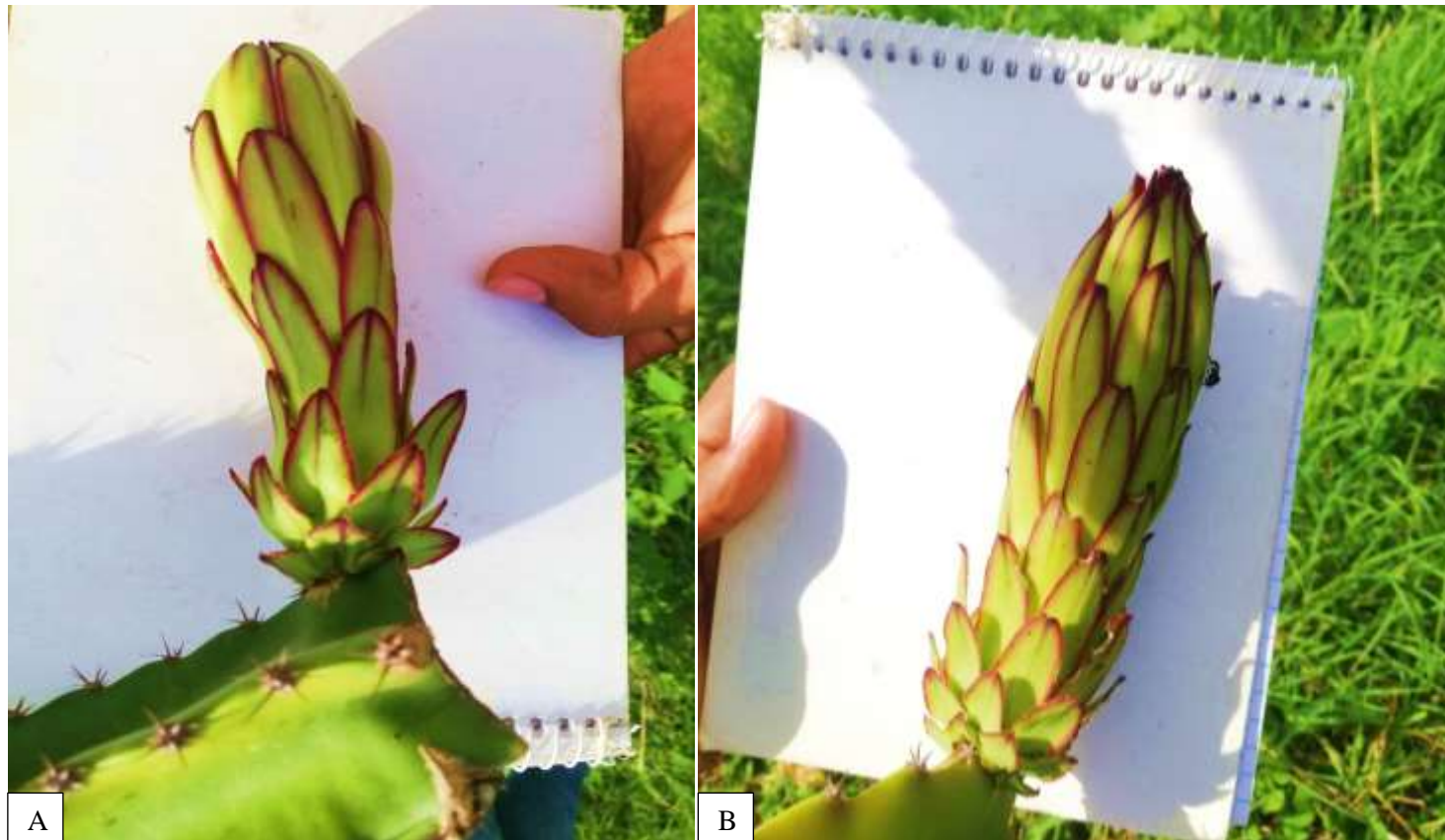


Figura 14. Desarrollo de yemas florales después de la aplicación de los tratamientos: A) Variedad rosa con estrés hídrico (10 días desde la emisión). B) Variedad lisa con estrés hídrico (12 días desde la emisión).



Figura 15. Yemas florales a punto de la apertura floral: A) Variedad rosa con estrés hídrico (24 días desde la emisión). B) Variedad lisa con combinación (24 días desde la emisión).



Figura 16. Resultados de Inducción de la floración en variedad lisa con fitohormonas: A) Inicio del estudio sin presencia de yemas florales (Tercera semana de febrero). B) (Segunda semana de mayo) con yemas florales a punto de la apertura floral.

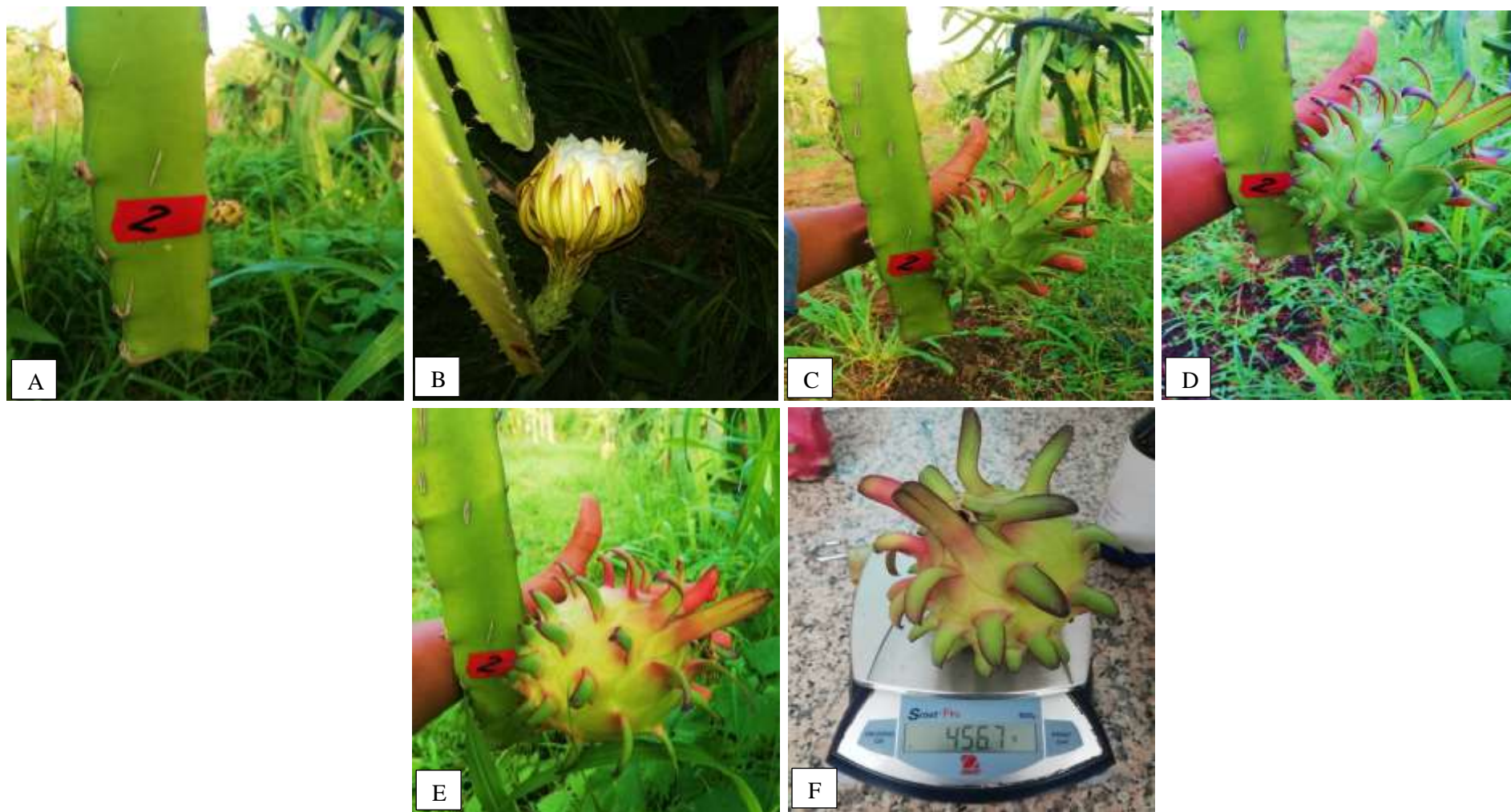


Figura 17. Ciclo productivo de pitahaya (variedad lisa con tratamiento combinación): A) Identificación de yema floral. B) Apertura floral. C) Formación del fruto. D) Llenado del fruto. E) Maduración del fruto. F) Cosecha del fruto.

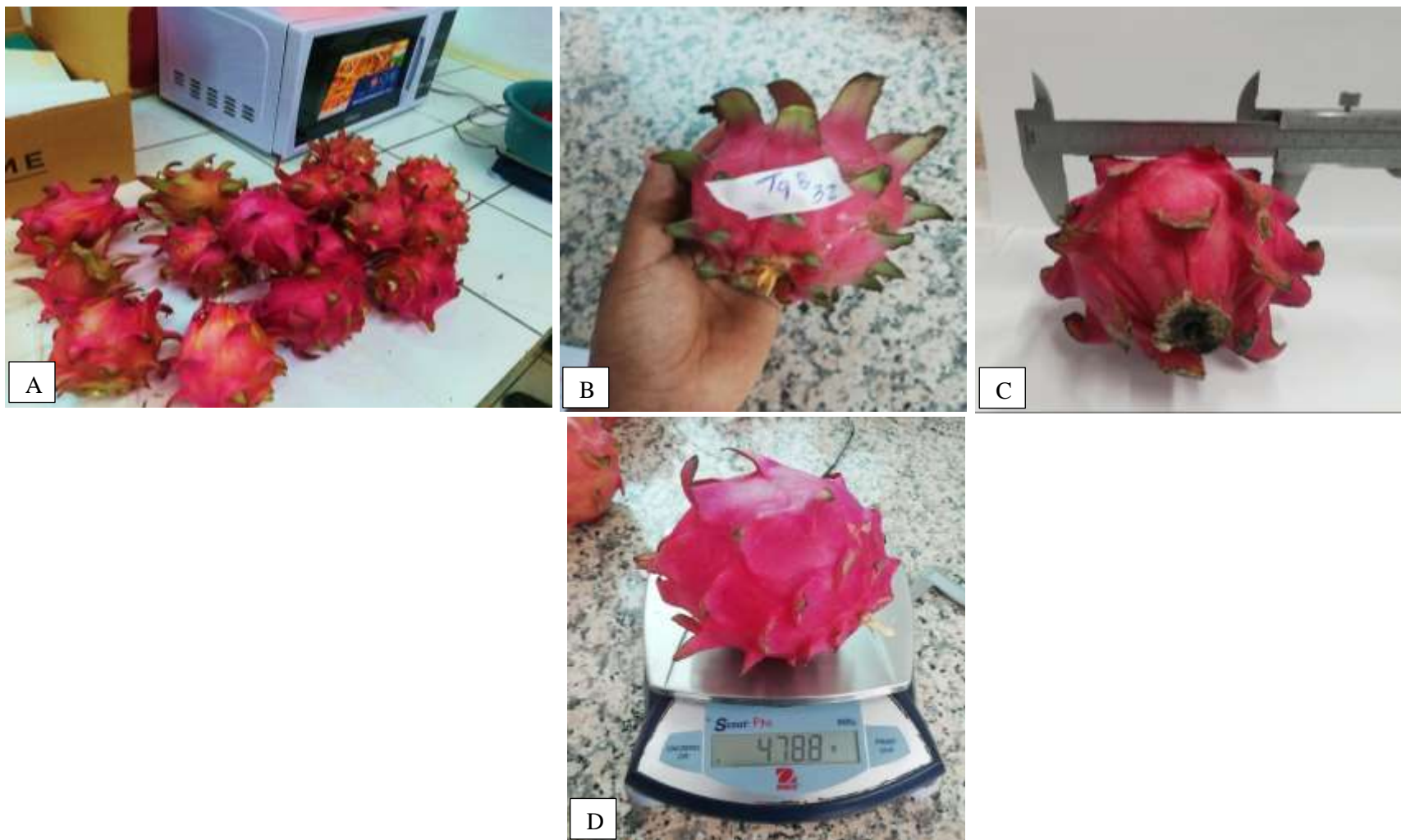


Figura 18. Medición de los parámetros productivos de frutos cosechados: A) Cosecha de los frutos. B). Identificación de los frutos. C) Medición del diámetro. D) Medición del peso.



Figura 19. Procedimiento de medición de la concentración de azúcares (grados brix) en frutos cosechados: A) corte de la fruta. B) Trozo de fruta a muestrear. C) Macerado y colocación de la pulpa en refractómetro. D) Observación y medición de la muestra.

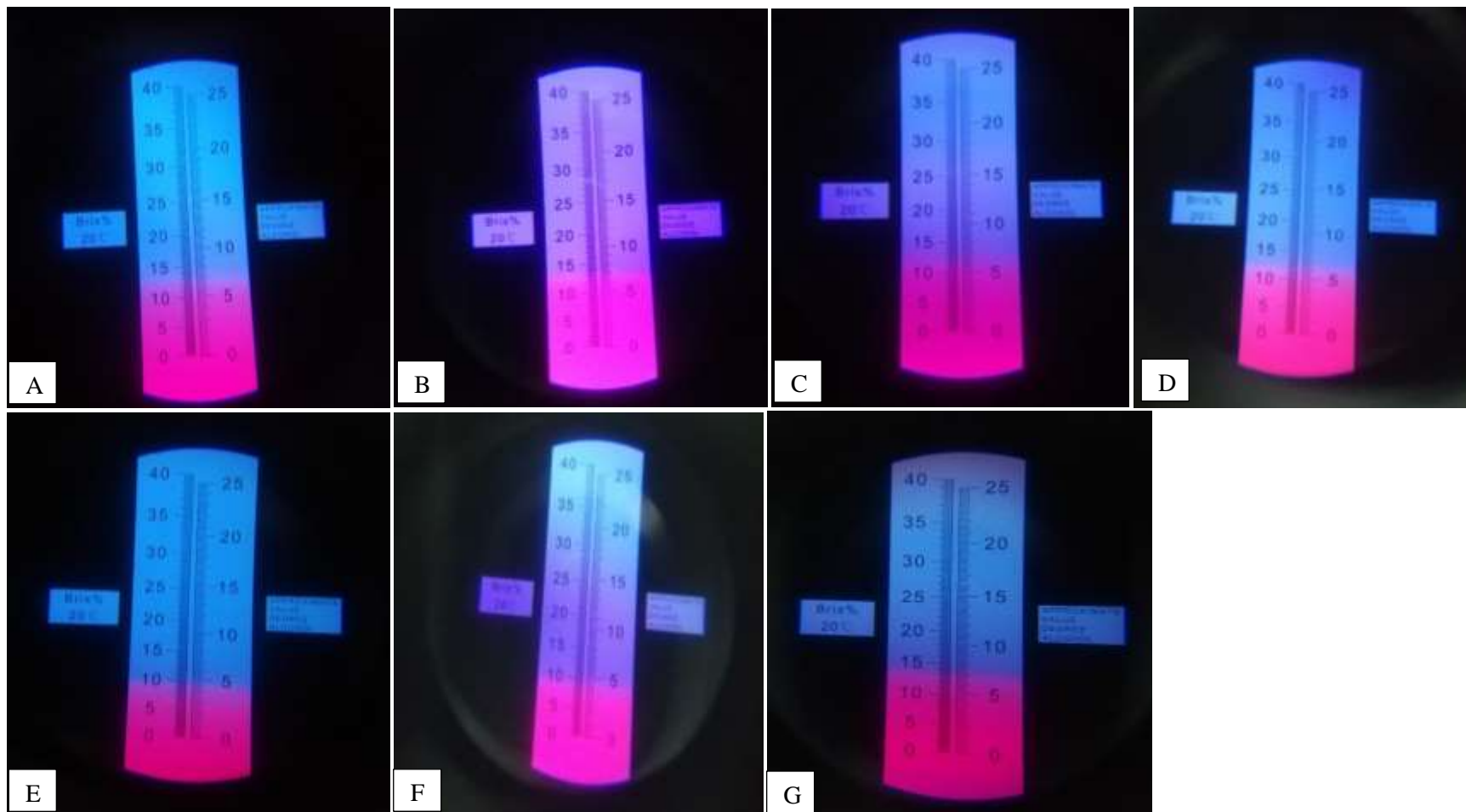


Figura 20. Resultados de medición de grados brix (%) mediante el uso de la herramienta refractómetro: A) Variedad rosa + fitohormonas. B) Variedad rosa + estrés hídrico. C) Variedad rosa + combinación. D) Variedad rosa + testigo. E) Variedad lisa + fitohormona. F) Variedad lisa + estrés hídrico. G) Variedad lisa + combinación.

