Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

I z t a p a l a p a

“EFECTO DEL TAMAÑO DE LA RAMA Y ORIENTACIÓN DE LA ARÉOLA EN LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE PITAYA DE MAYO *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae)”

TESIS

Que para obtener el grado de

Maestro en Biología

PRESENTA

Biól. GRACIA MARITZA TORRES CABALLERO

ABRIL 2017

La Maestría en Biología de la
Universidad Autónoma Metropolitana
pertenece al Padrón de
Postgrados de Calidad del CONACyT.

El jurado designado por la
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
de la Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó

GRACIA MARITZA TORRES CABALLERO

El día 28 de abril del año de 2017.

Comité Tutoral y Jurado

Director: Dr. Miguel Ángel Armella Villalpando

Asesora y Sinodal: Dra. Ma. De Lourdes Yáñez López

Asesor y sinodal: Dr. Alberto Castillo Morales

Sinodal: Dr. Pedro Luis Valverde Padilla

Sinodal: Dr. Ángel Salvador Arias Montes

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00155
Matrícula: 2143800802

EFECTO DEL TAMAÑO DE LA RAMA Y ORIENTACIÓN DE LA ARÉOLA EN LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE PITAYA DE MAYO *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae)

En la Ciudad de México, se presentaron a las 11:00 horas del día 28 del mes de abril del año 2017 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DRA. MARIA DE LOURDES YAÑEZ LOPEZ
DR. PEDRO LUIS VALVERDE PADILLA
DR. ANGEL SALVADOR ARIAS MONTES
DR. ALBERTO CASTILLO MORALES

Bajo la Presidencia de la primera y con carácter de Secretario el último, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRA EN BIOLOGIA

DE: GRACIA MARITZA TORRES CABALLERO



GRACIA MARITZA TORRES CABALLERO
ALUMNA

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

Aprobar

Acto continuo, la presidenta del jurado comunicó a la interesada el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

REVISÓ

LIC. JULIO CESAR DE LARA ISASSI
DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTORA DE LA DIVISIÓN DE CBS

DRA. EDITH PONCE ALQUICIRA

PRESIDENTA

DRA. MARIA DE LOURDES YAÑEZ LOPEZ

VOCAL

DR. PEDRO LUIS VALVERDE PADILLA

VOCAL

DR. ANGEL SALVADOR ARIAS MONTES

SECRETARIO

DR. ALBERTO CASTILLO MORALES

AGRADECIMIENTOS

A **Dios,** por darme esta maravillosa vida, llena de aprendizajes; por darme: a la mejor mamá que podía tener, a los hermanos ideales para mí, a mis sobrinitos a quienes amo, y a todos los amigos que tengo, gracias infinitas.

A **mi madre**, Gracia Caballero, cuya paciencia y amor son inagotables, por ser una mamá incansable y amorosa, te agradezco por todo tu apoyo siempre. Es un orgullo ser tu hija.

A **mis hermanos**, Layla y Sergio, gracias por estar conmigo siempre, los amo.

A **mis sobrinos** Erick y Enrique, recuerden que los amo, gracias por hacer que mis días brillen con sus sonrisas, y por ser mis más grandes motivaciones para ser una mejor persona.

A **mi abuelito** Erasmo Caballero, por ser mi gran ejemplo de vida, comprometido con su familia, su felicidad y el estudio. Gracias por no rendirte nunca y enseñarnos con el ejemplo que siempre podemos lograr nuestros sueños.

A **mis amigos**, en especial a Sandra, Sarahí, Montse, Karinna, porque cada una de ustedes me enseña que la amistad es el tesoro más grande que podemos tener, por ser parte fundamental en esta etapa de mi vida. Gracias por tanto y lo que falta.

A **mis tíos y primos**, especialmente a ti tío Augusto Caballero, eres el mejor tío de mi mundo, gracias por enseñarme a no dejar de luchar, saben que todos ocupan un lugar especial en mi corazón, gracias por todo su apoyo y amor.

A **mi papá**, Sergio Torres por todo el apoyo y amor, gracias por enseñarme a ser valiente y seguir mis sueños.

A **los doctores Miguel Ángel Armella Villalpando y Ma. De Lourdes Yáñez López,** gracias por aceptarme como su hija académica, por todo el cariño, tiempo y conocimientos compartidos. Gracias por su apoyo y dedicación tanto en el trabajo de campo, como en el de laboratorio y escritorio.

Al **Dr. Alberto Castillo Morales**, por su apoyo, dedicación y paciencia durante la realización y culminación de esta meta profesional. Gracias por todas las asesorías, comentarios y correcciones para enriquecer la tesis.

A **los doctores Ángel Salvador Arias Montes** del Instituto de Biología de la UNAM y **Pedro Luis Valverde Padilla** del departamento de Biología de la UAM-Iztapalapa, por sus comentarios y correcciones para el enriquecimiento de la presente tesis, gracias por fungir como sinodales en el examen de grado.

A **la familia Torres Reyes**, por abrirme las puertas de su hogar, gracias por compartir su tiempo, casa, comida, conocimientos y su vida, gracias por hacerme parte de ella.

A **Edith Marlene, Karen y Jazmín Torres Reyes**, gracias por ser mis guías, por compartir más que el camino a la huerta, por todas las sonrisas y travesuras, gracias por permitirme entrar en sus vidas.

Al **especialista en Biotecnología** Gustavo Serrano, por su apoyo tanto en el trabajo de campo como en el de laboratorio para la realización del proyecto, por las risas y las horas de diversión post-trabajo.

A la **maestra Juliana Gondim**, y los ingenieros en alimentos Berenice, Aracely, Ricardo, por su amistad, risas y el tiempo compartido durante este proceso.

RESUMEN

Stenocereus pruinosus es una cactácea columnar que se distribuye en las zonas áridas de la Mixteca Baja Oaxaqueña y presenta frutos que son comestibles, los cuáles se producen en el mes de mayo. El objetivo del estudio fue determinar y contrastar el porcentaje de aréolas germinales que alcanzan el estado de botón, el porcentaje de éstos que alcanzan el estado de flor y el porcentaje de éstas que alcanzan el estado de fruto tomando como base la longitud del brazo y la orientación de la aréola en dos cultivares de pitaya de mayo en la región de la Mixteca Baja en el estado de Oaxaca. El estudio se realizó en la comunidad de San Juan Joluxtla, Cosoltepec, Oaxaca. El análisis del muestreo se realizó siguiendo un diseño de parcelas divididas con dos factores en parcelas grandes (cultivar y longitud) y en parcelas chicas el factor orientación. Como variables respuesta se manejaron: la producción de estructuras reproductivas vista como: número de primordios, botones, flores y frutos producidos; y los parámetros químicos de calidad de los frutos que alcanzaron la madurez de consumo, los cuáles fueron: Sólidos solubles totales, pH, Acidez total titulable, Sabor. Los resultados se analizaron mediante ANOVA´s de modelos lineales generalizados.

La producción de primordios de ambos años resultó influenciada por la longitud de la rama y de orientación de la aréola, produciéndose un mayor número en plantas de rama larga con orientación sur de la aréola. En la temporada 2015, la producción de botones y la producción de flores y frutos se vio influenciada significativamente (produciéndose mayor cantidad en ramas largas) a diferencia de la producción 2016, en la cual la producción de las estructuras reproductoras fue influenciada por la orientación, produciéndose un mayor número de estructuras en orientaciones Sur. La

producción de ambos años presentó diferencias en las tasas de cambio de las distintas etapas. Con esto se puede constatar que la producción de estructuras reproductoras depende tanto de factores intrínsecos (longitud de la rama) como de factores extrínsecos (orientación de la aréola) de la planta.

La calidad de los frutos en madurez de consumo de la temporada 2015 resultó ser explicada por los factores cultivar, longitud del brazo y orientación de la costilla; la cantidad de sólidos solubles totales estuvo influenciada por el cultivar de pitaya y la longitud del brazo. El pH estuvo influenciado por el cultivar de pitaya, orientación de la costilla y la interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud del brazo. La acidez total titulable fue influenciada por el cultivar de pitaya, orientación de la costilla y la interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud del brazo. La variable sabor sólo fue influenciada por el cultivar de pitaya. La calidad de los frutos de la temporada de producción 2016, fue diferente, debido a que ninguno de los factores tuvo efectos sobre los parámetros de calidad de los frutos maduros. La diferencia en la calidad del fruto de ambas temporadas se puede explicar por la menor humedad relativa existente en el ambiente durante los meses de desarrollo del fruto de la temporada 2016, a diferencia de la temporada 2015, en dónde se presentaron mayores porcentajes de humedad relativa durante los meses de abril y mayo, en los cuales ocurrió el desarrollo de los frutos.

ABSTRACT

Stenocereus pruinosus is a columnar cactus distributed in the arid zones of Mexico that presents edible fruits, which occur in the month of May. The objective of the study was to determine and contrast the percentage of primordia reaching the state of button, the percentage of button reaching the flower state and the percentage of flower reaching fruit status, based on arm length and orientation of the areola in two cultivars of ”Pitaya de Mayo” in the Mixteca Baja region of Oaxaca. The study was carried out in the community of San Juan Joluxtla, Cosoltepec, Oaxaca. Sampling analysis was done following a split plot design with two factors in large plots (cultivar and length) and in small plots the orientation factor. We considered as response variables: the production of reproductive structures seen as: number of primordia, buttons, flowers and fruits produced, as well as the chemical parameters of fruit quality that reached the maturity for consumption, which were: Total soluble solids, pH, Titratable total acidity and Flavor. The results were analyzed by ANOVA’s for generalized linear models.

The production of primordia from both years was affected by the length of the branch and orientation of the areola, producing a greater number in plants with long branch and south orientation of the areola. In the 2015 season, the length of the branches had an effect on button, flower and fruit production, with greater production on longer branches than in 2016, in which the production of the reproductive structures was influenced by the orientation, with a greater number of structures in South orientations. The production in both years presented differences in the exchange rates between all of the stages. With this, it can be observed that the production of reproductive structures

depends both on intrinsic (branch length) and extrinsic factors (areola orientation) of the plant.

The quality of the fruits at maturity for consumption of the season 2015 was explained by the factors cultivar, length of the arm and orientation of the rib; the amount of total soluble solids was influenced by the pitaya cultivar and arm length. The pH was influenced by the pitaya cultivar, orientation of the rib and the interaction between the pitaya cultivar and the length of the arm. The titratable total acidity was influenced by the pitaya cultivar, rib orientation and the interaction between pitaya cultivar with the branch length. The flavor was only influenced by the pitaya cultivar. The quality of the fruits of the 2016 production season was different, since none of the factors where affected by the quality parameters of mature fruits. The difference in the quality of the fruit on both seasons can be explained by the lower relative humidity in the environment during the months of development of the fruit in the season of 2016, unlike the season of 2015, where they presented higher percentages of relative humidity during the months of April and May, in which the development of the fruits occurred.

ÍNDICE

Dedicatoria y agradecimientos I

Resumen III

Abstract V

Índice VII

Índice de Figuras, Cuadros y Anexos XI

1. INTRODUCCIÓN 1

2. ANTECEDENTES 3

2.1 Historia evolutiva de la Familia Cactaceae 3

2.2 *Stenocereus pruinosus* 4

2.3 Reproducción de la especie..... 5

2.3.1 Reproducción sexual: Estadios de desarrollo 5

2.3.2 Reproducción vegetativa (Propagación) 8

2.4 Cultivares de *Stenocereus pruinosus* 9

2.5 Estudios ecológicos sobre producción diferencial de estructuras reproductivas en Cactaceae 9

3. JUSTIFICACIÓN 12

4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN 13

5. HIPÓTESIS 14

6 OBJETIVOS..... 15

6.1 Objetivo general 15

6.2 Objetivos particulares 15

7. METODOLOGÍA ……..... 16

7.1 Zona de estudio 16

7.2 Selección de la muestra 17

7.3 Diseño experimental 19

7.3.1 Modelo 20

7.3.2 Variables respuesta 21

8 RESULTADOS 24

8.1 Estudio para la temporada 2015 24

8.1.1 Producción de estructuras reproductivas……..... 24

8.1.1.1 Producción de primordios 24

8.1.1.2 Producción de botones 25

8.1.1.3 Producción de flores 26

8.1.1.4 Producción de frutos 26

8.1.2 Parámetros químicos de calidad de frutos en madurez de consumo 27

8.1.2.1 Sólidos solubles totales (SST) del fruto 27

8.1.2.2 pH del fruto 27

8.1.2.3 Acidez total titulable (ATT) del fruto 28

8.1.2.4 Sabor del fruto 29

8.1.3 Tasa de cambio entre las diferentes etapas 30

8.2 Estudio para la temporada 2016 33

8.2.1 Producción de estructuras reproductivas..... 33

8.2.1.1 Producción de primordios 33

8.2.1.2 Producción de botones 34

8.2.1.3 Producción de flores 34

8.2.1.4 Producción de frutos 34

8.2.2 Parámetros químicos de calidad de frutos en madurez de consumo 35

8.2.2.1 Sólidos solubles totales (SST) del fruto 35

8.2.2.2 pH del fruto 36

8.2.2.3 Acidez total titulable (ATT) del fruto 36

8.2.2.4 Sabor del fruto 36

8.2.3 Tasa de cambio entre las diferentes etapas 36

8.3 Comparación de los estudios de las temporadas 2015 y 2016 39

8.3.1 Producción de estructuras reproductivas 41

8.3.1.1 Producción de primordios 41

8.3.1.2 Producción de botones 44

8.3.1.3 Producción de flores 46

8.3.1.4 Producción de frutos 48

8.3.2 Parámetros químicos de calidad de frutos en madurez de consumo 50

8.3.2.1 Sólidos solubles totales (SST) del fruto 50

8.3.2.2 pH del fruto 51

8.3.2.3 Acidez total titulable (ATT) del fruto 53

8.3.2.4 Sabor del fruto 55

8.4 Condiciones ambientales 56

8.4.1 Temperatura 56

8.4.2 Humedad relativa 58

8.5 INTEGRACIÓN DE RESULTADOS 60

9 DISCUSIÓN 63

9.1 Producción de estructuras reproductivas 63

9.2 Parámetros químicos de calidad de frutos maduros de *Stenocerus pruinosus*..... 67

10 CONCLUSIONES 71

11 LITERATURA CITADA 73

Índice de figuras, cuadros, gráficas y anexos

Figuras

Figura 1. Stenocereus pruinosus, a) individuos, b) primordio germinal, c) botones, d) flor, e) frutos inmaduros, f) fruto maduro 8

Figura 2. Mapa mostrando la ubicación de San Juan Joluxtla, localidad en donde se realizó el estudio 16

Figura 3. Individuo de S. Pruinosus, mostrando la longitud del brazo, a partir de la erección del brazo 18

Cuadros

Cuadro 1. Variables respuesta medidas 21

Cuadro 24. Resultados del análisis de varianza de primordios producidos 42

Cuadro 25. Resultados del análisis de varianza de botones producidos 45

Cuadro 26. Resultados del análisis de varianza de flores producidas 47

Cuadro 27. Resultados del análisis de varianza de frutos producidos 49

Cuadro 28. Resultados del análisis de varianza de los Sólidos Solubles Totales de los frutos 51

Cuadro 29. Resultados del análisis de varianza del pH de los frutos 52

Cuadro 30. Resultados del análisis de varianza de la Acidez Total Titulable de los frutos 54

Cuadro 31. Resultados del análisis de varianza del Sabor del fruto 56

Cuadro 32. Factores que tuvieron diferencias significativas en la producción de estructuras reproductivas de las temporadas 2015 y 2016, así como de la comparación entre las temporadas 2015 y 2016 61

Cuadro 33. Factores que tuvieron diferencias significativas para cada uno de los parámetros químicos de la calidad de los frutos de la temporada 2015 y de la comparación entre las temporadas 2015 y 2016. En 2016 no hubo diferencias significativas 62

Gráficos

Gráfico 1. Producción de primordios explicado por la interacción entre la longitud del brazo y la orientación de la aréola 25

Gráfico 2. Interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud de la rama, explicando el nivel de pH 28

Gráfico 3. Interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud del brazo, explicando el nivel de acidez total titulable 29

Gráfico 4. Proporción de botones producidos dada la etapa de primordio. CR= cultivar “Roja”, CJ= cultivar “Jarro, RC= rama corta, RL= rama larga; OS= orientación sur, ON= orientación norte. Temporada 2015 31

Gráfico 5. Proporción de flores producidas dada la etapa de botón. CR= cultivar “Roja”, CJ= cultivar “Jarro, RC=rama corta, RL= rama larga; OS= orientación sur, ON= orientación norte. Temporada 2015 31

Gráfico 6. Proporción de frutos producidos dada la etapa de flor. CR= cultivar “Roja”, CJ= cultivar “Jarro, RC=rama corta, RL= rama larga; OS= orientación sur, ON= orientación norte. Temporada 2015 32

Gráfico 7. Efecto de la interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud de la rama, en la producción de frutos 35

Gráfico 8. Proporción de botones producidos dada la etapa de primordio. CR= cultivar “Roja”, CJ= cultivar “Jarro, RC= rama corta, RL= rama larga; OS= orientación sur, ON= orientación norte. Temporada 2016 37

Gráfico 9. Proporción de flores producidas dada la etapa de botón. CR= cultivar “Roja”, CJ= cultivar “Jarro, RC=rama corta, RL= rama larga; OS= orientación sur, ON= orientación norte. Temporada 2016 38

Gráfico 10. Proporción de frutos producidos dada la etapa de flor. CR= cultivar “Roja”, CJ= cultivar “Jarro, RC=rama corta, RL= rama larga; OS= orientación sur, ON= orientación norte. Temporada 2016 38

Gráfico 11. Efecto de la interacción entre la orientación de la aréola y el año de producción, en la producción de primordios 43

Gráfico 12. Efecto de la interacción entre cultivar de pitaya y el año de producción, en la producción de primordios 43

Gráfico 13. Efecto de la interacción entre el cultivar de pitaya y la orientación de la aréola, en la producción de primordios 43

Gráfico 14. Efecto de la interacción entre la orientación de la aréola y el año de producción, en la producción de botones 45

Gráfico 15. Efecto de la interacción entre la orientación de la aréola y el año de producción, en la producción de flores 47

Gráfico 16. Efecto de la interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud del brazo, en la producción de frutos 49

Gráfico 17. Efecto de la interacción entre la orientación de la aréola y el año de producción, en la producción de frutos 50

Gráfico 18. Efecto de la interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud de la rama, en el pH de frutos en madurez de consumo 53

Gráfico 19. Efecto de la interacción entre el cultivar de pitaya y el año de producción, en el pH de frutos en madurez de consumo 53

Gráfico 20. Efecto de la interacción entre el cultivar de pitaya y la orientación de la aréola, en acidez titulable de frutos en madurez de consumo 55

Gráfico 21. Temperaturas: máxima, mínima y promedio, del año 2015 57

Gráfico 22. Temperaturas: máxima, mínima y promedio, del año 2016 58

Gráfico 23. Humedad relativa: máxima, mínima y promedio, del año 2015 59

Gráfico 24. Humedad relativa: máxima, mínima y promedio, del año 2016 59

Anexos

ANEXO 1. Registro fotográfico de la temporada 2015 ..... CD I

ANEXO 2. Resultados del Análisis de varianza de la temporada 2015 ..... CD I

ANEXO 3. Matrices de medias y proporciones de paso de las diferentes etapas. Temporada 2015 ..... CD I

ANEXO 4. Registro fotográfico de la temporada 2016 ..... CD I

ANEXO 5. Resultados del Análisis de varianza de la temporada 2016 ..... CD I

ANEXO 6. Matrices de medias y proporciones de paso de las diferentes etapas. Temporada 2016 ..... CD I

ANEXO 7. Resultados del Análisis de varianza de la comparación entre las temporadas ..... CD I

“EFECTO DEL TAMAÑO DE LA RAMA Y ORIENTACIÓN DE LA ARÉOLA EN LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE PITAYA DE MAYO *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae)”

INTRODUCCIÓN

La familia Cactaceae comprende alrededor de 2000 especies, es endémica de América, en donde está distribuida desde el norte de Canadá, a 59º de latitud norte, hasta la Patagonia, en Argentina, a 52º de latitud Sur, y desde el nivel del mar, en las dunas costeras, hasta los 5100 m de altitud en Perú (Bravo-Hollis y Scheinvar, 1999).

Las cactáceas están distribuidas en lugares de clima desértico o muy seco, en América Central y América del Sur, aunque han sido introducidas y adaptado a otros lugares de clima seco y cálido (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1978).

México por sus peculiares condiciones de latitud, topografía y clima es el país que alberga, posiblemente, la mayor cantidad de especies de cactáceas. Las cactáceas son plantas perennes, suculentas, generalmente espinosas, las espinas son variables en tamaño, forma, consistencia, color y disposición; presentan un fruto seco o jugoso con numerosas semillas, utilizado como alimento. (Rodríguez, 2003)

Entre las adaptaciones notables, se presentan: el tallo adquiere en relación con la aridez, la capacidad para almacenar y conservar el agua en sus tejidos, reducción de la superficie transpiratoria al adquirir formas globosas, atrofia de las hojas o su transformación en escamas y espinas, el engrosamiento de la cutícula y de las membranas celulósicas, la excresencia de sustancias cerosas y la gran longitud que

adquieren sus raíces; por la singular capacidad que el tallo tiene de distenderse al acumular agua; así como también presentan fotosíntesis tipo CAM. (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1978; Ceballos, 2003). La existencia de especies adaptadas a climas desérticos ha fomentado el desarrollo de la agricultura en la Mixteca Oaxaqueña la cual se ha considerado como compleja. Debido a las características del paisaje, la agricultura en esta zona se practica en condiciones temporaleras de alto riesgo de siniestros como heladas, sequías; en suelos delgados, erosionados y de baja fertilidad que limitan la obtención de cosechas; a esto se le suma el minifundismo y lo precario de los medios de producción. (Armella y Yáñez, 1997).

Las condiciones económicas actuales ejercen una presión para que se diversifiquen las fuentes de recursos económicos en las comunidades campesinas ante la elevada presión demográfica y el fuerte deterioro ambiental. Esta diversificación de fuentes de ingreso debe tomar en cuenta las características naturales de los ecosistemas. Las plantas y animales que habitan una región han atravesado procesos selectivos (naturales o artificiales) que les han permitido adaptarse a dichas condiciones, por lo que la biota nativa suele ser la mejor alternativa para desarrollar nuevas fuentes de ingreso, ya que normalmente cuentan con alto potencial económico y generan poco deterioro ambiental. De ahí que resulte muy relevante el estudio de los procesos ecológicos de las plantas nativas como medios de producción (Armella, *et al.* 2000).

ANTECEDENTES

Historia evolutiva de la familia Cactaceae

Stenocereus pruinosus (Otto) Buxb. es una cactácea columnar, de acuerdo a Bravo y Sánchez-Mejorada (1978) pertenece a

Reino: Plantae

Subreino: Embriophyta,

División: Angiospermae,

Clase: Dicotiledoneae,

Orden: Cactales,

Familia: Cactaceae,

Subfamilia: Cactoideae,

Tribu: Pachycereae,

Subtribu: Stenocereinae,

Género: *Stenocereus*,

Especie: *Stenocereus pruinosus*.

Para las cactáceas en general Gibson y Nobel (1986), proponen al género *Pereskia* como el género más primitivo, cuyos caracteres anatómicos y fisiológicos (como la presencia de hojas bien desarrolladas, fotosíntesis de tipo C3, y su estructura no crasa) son considerados basales.

Cerca de 30% de las especies de cactáceas, son endémicas del norte de Sudamérica, por lo que sugiere que el grupo presentó una expansión al surgir la cordillera Andina (Gibson y Horak, 1978).

Las cactáceas columnares de México quedan incluidas en la tribu Pachycereae, la cual cuenta con cerca de 13 géneros y 65 especies. En México se encuentran los

13 géneros con 56 especies. Uno de los centros de mayor diversidad de este grupo se presenta en el Valle de Tehuacán- Cuicatlán y zonas adyacentes donde hay 8 géneros y 18 especies (Arias *et. al.*, 1997; Gibson y Nobel, 1986).

De acuerdo con Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1978) y Jiménez-Pérez *et. al.*, (1998), el origen de *Stenocereus pruinosus* se ubica en el Caribe y norte de América del Sur, y se considera que sus antecesores emigraron hasta nuestro país vía las islas caribeñas o bien por las planicies costeras del Pacífico. Los restos más antiguos de *Stenocereus pruinosus* encontrados, corresponden a los hallazgos hechos en Tehuacán, se le atribuye una antigüedad que data de los años 3500 a 2300 y de 6500 a 4500 a. C. (Mercado y Granados, 1999).

Stenocereus pruinosus

Stenocereus pruinosus se distingue de otros miembros del género *Stenocereus* por tener las características siguientes: forma de vida arborescente de 5 a 7 m. de altura, con las ramas pruinosas en la extremidad; de 5 a 6 costillas; espinas radiales de 7 a 9 de 1 cm o más; flores blancas con tinte rosado; de 6-9 cm.; fruto carnoso, ovoide (Martínez, 1979).

Stenocereus pruinosus ramifica normalmente desde la base presentando ramas cilíndricas (comúnmente llamadas brazos) con costillas que pueden alcanzar alturas de 4 a 6 metros. En las crestas de las costillas se presentan las aréolas, estructuras de tipo lanoso que presentan las espinas y en las cuales se desarrollan los elementos reproductivos (Fig. 1a).

Las flores presentan segmentos exteriores del perianto rojizo; segmentos interiores del perianto blancos; botón floral obtuso o rodeando, con el ápice cubierto por

escamas obtusas, las flores brotan de las aréolas cercanas al ápice de los tallos, en coronas o en hileras longitudinales. Constan de receptáculos (pericarpelo), que además de englobar al ovario se extiende hacia arriba, integrando un tubo más o menos largo, con podarios, aréolas y escamas. En la parte superior del receptáculo se producen, en series espiraladas, los tépalos, que integran el perianto; los estambres se forman en las paredes internas del tubo y producen en las anteras los granos de polen; el pistilo o estilo, a continuación del ovario, queda rodeado por los estambres, y es más o menos largo; a veces sobrepasa la corola.

Los frutos son ovoides, globosos o elipsoides a veces ficoides o piriformes cubiertos con una cáscara o pericarpio más o menos delgado y generalmente suave en la madurez, provisto de aréolas con cerdas, espinas o pelos que caducan al madurar el fruto (Armella *et al*., 2000).

Reproducción de la especie

Reproducción sexual: Estadios de desarrollo.

El fruto recibe el nombre de pitaya (el cual comparte con algunos otros frutos de la misma tribu). En la región de la llamada Mixteca Baja Oaxaqueña el fruto es conocido como pitaya de mayo por ser éste el mes en el que se produce la mayor cantidad de frutos, ya que la producción es sincrónica (Yáñez *et al*., 2009)

La pitaya de mayo es un fruto que se produce directamente en las ramas (brazos) de las plantas establecidas, crece a partir de las estructuras reproductoras llamadas aréolas. En el exterior son pequeñas estructuras redondeadas que presentan diferentes tipos de tejidos, estas estructuras tienen en su parte exterior una serie de espinas llamadas radiales y, en algunos casos, una o más centrales. Internamente

las aréolas son un cúmulo de células indiferenciadas y totipotenciales, es decir, que no conforman un tejido particular y que pueden convertirse en cualquier elemento de la planta (de ahí que puedan desarrollar una estructura germinal, o incluso una rama nueva) (Yáñez *et al*., 2009).

El desarrollo del fruto se puede describir a partir de diferentes estadios.

Estadio I: Primordio. Cuando la yema foliar empieza su desarrollo, se manifiesta como una acumulación de células y se aprecia el crecimiento de las mismas. La aréola toma una forma granulosa y rígida lo que permite distinguirla de otras aréolas no germinales (Fig. 1b) (Yáñez *et al*., 2009).

Estadio II: Botón. Cuando el primordio ha madurado se aprecia una elongación de la base del mismo, la parte anterior se torna marcadamente globosa y aparecen las estructuras del cáliz. (Fig. 1c) (Yáñez *et al*., 2009).

Estadio III: Se considera una vez que se separan los tépalos, dejando al descubierto los estambres también en color blanco y presenta una gran cantidad de estambres también en color blanco. Este proceso tiene lugar por lo general en las horas circundantes al ocaso y la flor permanece abierta por un periodo menor a 24 horas. (Fig. 1d) (Yáñez *et al*., 2009).

Estadio IV: Fruto inmaduro. Cuando la flor es fecundada (normalmente por murciélagos o insectos según Jiménez-Pérez *et al*., (1998)), el ovario va creciendo gradualmente. Conforme la reproducción celular se incrementa el fruto crece, primero en forma longitudinal, tomando una forma ahusada; en este punto se desarrollan las espinas, lo que da al fruto una apariencia de tener mayor cantidad de espinas en este estadio. Conforme el fruto aumenta en volumen, principalmente por la adquisición de agua, las aréolas parecen ocupar un mayor lugar y las

estructuras de la pared del fruto se reducen ante el crecimiento del mismo (Fig. 1e) (Yáñez *et al*., 2009).

Estadio V: Fruto maduro. Conforme el fruto alcanza su madurez, el crecimiento longitudinal se hace más lento y en cambio se incrementa el diámetro ecuatorial, lo que va proporcionando al fruto su clásica forma aovada o redondeada. Al crecer, la superficie se estira y las estructuras que componen la pared del fruto parecen unidas haciendo la parte exterior tersa y homogénea salvo por la presencia de las aréolas. Las aréolas del fruto mantienen una estructura que posee una forma espiral como único remanente de la estructura que originó la aréola. Las espinas, que ya no crecen, adquieren un tamaño proporcional al fruto, el cual toma su forma característica, aunque en la mayoría es fácil determinar una colocación en espiral de las aréolas. De la misma forma se desarrollan los pigmentos de las células epidérmicas (en aquellos tipos que no son verdes) o bien la clorofila de éstas se degrada, lo que da el color característico a las diferentes cultivares. También desarrollan ceras que protegen la epidermis y la hacen parecer brillante (Fig. 1f) (Yáñez *et al*., 2009).

Se ha visto que, a pesar de que las frutas se cosechen totalmente maduras, las espinas no caen de forma natural; normalmente requieren de un reposo de al menos 24 horas para que las aréolas liberen con facilidad las espinas y éstas sean removidas fácilmente por fricción con algún instrumento (Yáñez *et al*., 2009).

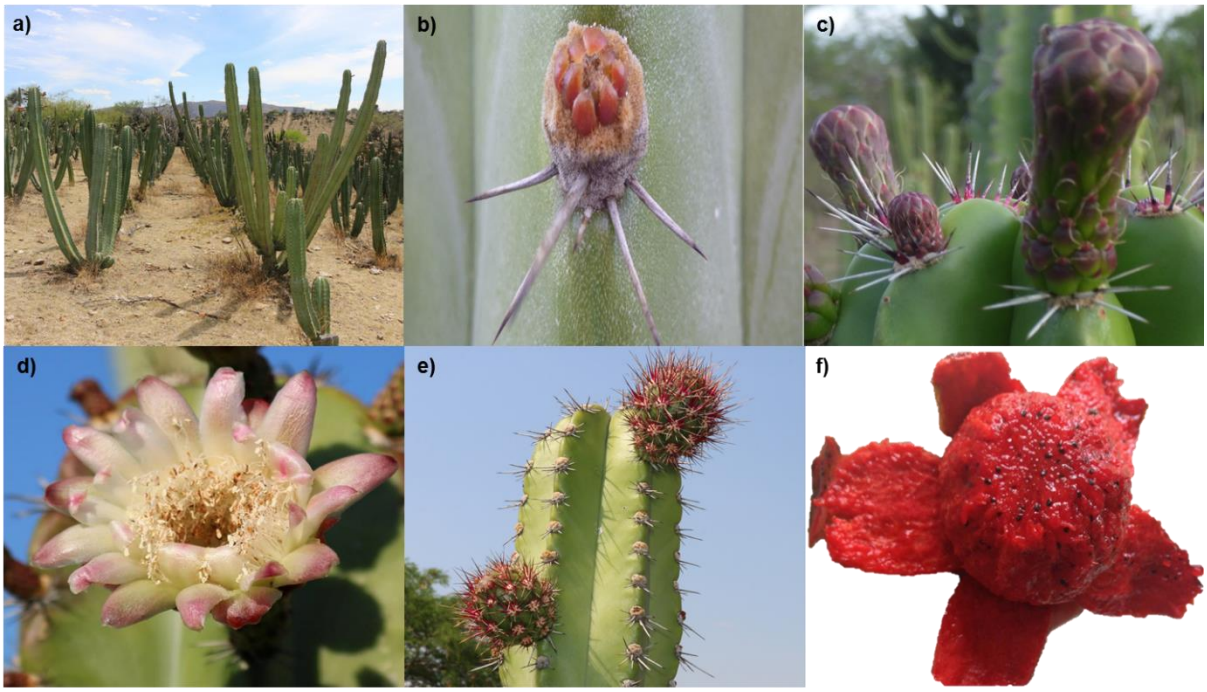


Figura 1. *Stenocereus pruinosus*, a)individuos, b)primordio germinal, c)botones, d)flor, e)frutos inmaduros, f)fruto maduro

Reproducción vegetativa (Propagación)

La propagación de *Stenocereus pruinosus* para su producción comercial se puede dar principalmente en forma vegetativa, consiste en utilizar ramas o brazos de las plantas o cultivares de interés. Para ello se seleccionan ramas que tienen longitudes de aproximadamente 90 a 120 cm., éstas se cortan justo en la unión con la rama madre. Los tallos tienen una gran proporción del tejido parenquimatoso, el cual les da la suculencia y condiciones favorables para tener pudriciones, por lo cual es necesario que después de cortar las ramas se dejen secar los cortes realizados durante un periodo de 20 días o más. La época usual para cortar los brazos es de diciembre a enero, antes del inicio del brote de yemas florales (Luna-Morales y Aguirre, 2001). Este método de reproducción reduce la variabilidad debida a

características genéticas ya que de una sola planta madre se obtienen hasta cinco o seis plantas hijas y éstas a su vez producirán otras tantas, de forma tal que una huerta o cultivar particular presenta poca variabilidad genética, permitiendo que los estudios sobre variables ambientales puedan considerarse como repeticiones a cada uno de los tallos seleccionados.

Cultivares de *Stenocereus pruinosus*

La selección de materiales deseables a través del método de esquejes, ha permitido la formación de grupos con características morfológicas homogéneas, particularmente en el fruto, lo cual ha derivado en las llamadas “cultivares”, algunas de las cuales han sido registradas como cultivares, aun cuando en muchos de los casos estos grupos homogéneos constituyen más bien “cultivares” ya que ciertas características somáticas no están claramente diferenciadas.

Los principales criterios de clasificación y denominación en *Stenocereus pruinosus* se relacionan con: a) el color, el tamaño y la forma del fruto, que atraen la atención del consumidor; b) el tamaño, la densidad y el color de espina; c) la época de maduración; y d) sabor y dulzura del fruto, así como la cantidad de semillas, caracteres más relacionados propiamente con la calidad del fruto (Luna-Morales *et al*., 2001).

Estudios ecológicos sobre producción diferencial de estructuras reproductivas en Cactaceae

El metabolismo CAM ha surgido en la evolución de las plantas para disminuir la pérdida de energía asociada a la fotorespiración. En plantas xerófitas, encontradas

en sitios con periodos de escasa disponibilidad de agua o CO_2, el metabolismo CAM les otorga la capacidad de incrementar la eficiencia en el uso del agua al abrir los estomas en la noche, cuando la tasa de transpiración es menor. Las fases diurnas de asimilación de CO_2 varían en función de la disponibilidad de agua, cambios en la irradiación y la temperatura. Las diferentes metodologías para detectar la actividad del metabolismo CAM, han reforzado la teoría de la existencia de una relación directa entre la radiación fotosintéticamente activa con la ganancia de carbono, que tiene como resultado final una acumulación diferencial de azúcares y almidón (Geller y Nobel, 1986; de Cortazar *et al*., 1985; Nobel, 1981; Andrade *et al.,* 2007).

Nobel (1981); de Cortazar *et al*. (1985); Geller y Nobel (1986); Tinoco-Ojanguren y Molina-Freaner (2000); Rosas (2010); Figueroa-Castro y Valverde (2011); Córdova-Acosta *et al.* (2012); Aguilar-Gastelum y Molina-Freaner (2015); han estudiado el efecto de la producción diferencial de estructuras reproductivas, así como los atributos de los frutos producidos bajo dos diferentes orientaciones en especies de la familia Cactaceae, en dichos estudios se ha encontrado que la radiación fotosintéticamente activa (RFA, o PAR por sus siglas en inglés) está directamente relacionada con la producción diferencial de metabolitos en las diferentes orientaciones, lo que para especies del hemisferio norte, da como resultado una mayor cantidad primordios, botones, flores y frutos en orientación sur a comparación de las estructuras producidas en orientación norte; produciéndose el efecto inverso en el hemisferio sur.

En el trabajo de Rosas (2010), los análisis de la orientación de las estructuras reproductivas de *Myrtillocactus geometrizans* muestran una orientación preferencial

hacia el sur tanto en la población de la ladera norte como en la población de la ladera del sur, en donde se presentan temperaturas más altas al igual que los valores más altos de humedad relativa. A pesar de esta marcada orientación sureña, la distribución de las yemas es más uniforme y muestran una concentración menor. Dicho patrón fue más evidente en la población de la ladera norte. Las flores y frutos mostraron una clara orientación hacia el sur y una alta concentración en ambas poblaciones.

En el caso de *Pachycereus pringlei* y *P. pecten-aboriginum*, estudiados por Tinoco-Ojanguren y Molina-Freaner (2000), Aguilar-Gastelum y Molina-Freaner (2015), los autores midieron el azimut de las costillas y el número de estructuras reproductivas por costilla, midiendo para esto la intercepción de RFA de las costillas en dos orientaciones diferentes (norte y sur). Los autores encontraron que a mayores niveles de radiación fotosintéticamente activa se tiene una mayor acumulación de azúcares y que al no existir traslocación de recursos esta producción y acumulación diferencial se traducen en un mayor número de flores. En *P. pecten-aborigium* el nivel medido de RFA fue mayor en las costillas con orientación sur y en el ápice de las plantas, a diferencia de la RFA medida en las costillas con orientación norte, en donde se encontró un menor nivel de radiación fotosintéticamente activa. Por lo que se ha propuesto, para estas especies, la producción diferencial de flores responde a la intercepción de radiación fotosintéticamente activa. Lo mismo ocurre en especies como *Carnegiea gigantea* que se distribuye en el Hemisferio Norte y para *Copiapoa spp*. y *Trichocereus spp*. que se distribuyen en el Hemisferio Sur (Nobel, 1981).

JUSTIFICACIÓN

Una de las regiones pitayeras donde se ha acumulado mayor cantidad de conocimiento sobre el manejo de la pitaya es la que comprende la Mixteca Baja poblano-oaxaqueña, en donde la cantidad de especies de cactáceas productoras de frutos comestibles es muy amplia, pero donde la pitaya de mayo (*Stenocereus pruinosus*) y el xoconostle dulce o tunillo (*S. stellatus*) son las dos de mayor importancia.

Uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores de pitaya de mayo es la falta de información básica biológica y ecológica acerca de la planta, de los primordios, de las flores y de los frutos (Yáñez *et al.,* 2009).

Además, no se tiene un mecanismo de predicción del número de frutos totales que se producirán por rama, por planta y por tanto por huerta, que, de no atenderse, pueden convertirse en un grave inconveniente para los productores; por lo tanto, las comunidades productoras con apoyo de investigadores de la UAM-I han desarrollado una serie de conocimientos y tecnologías para cada una de las diferentes etapas de producción, comercialización y consumo.

El estudio pretende ayudar al conocimiento básico ecológico de la especie y en particular, al conocimiento de los elementos ambientales que ayudan al éxito reproductivo de las plantas, al mismo tiempo ayudará a establecer la predicción del número de frutos que estarán disponibles por temporada de producción (lo que ayudará a su vez a realizar una predicción sobre el rendimiento de la planta); sumando los resultados con los resultados de los estudios llevados a cabo por los investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Iztapalapa para así tener un mayor conocimiento de la pitaya de mayo (*S. pruinosus*).

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿El cultivar y la longitud de la rama de la pitaya de mayo *(Stenocereus pruinosus*) influyen en la probabilidad de paso de primordios a botones, de botones a flores y de flores a frutos?

2. ¿La orientación de las costillas y las ramas intervienen en la probabilidad de transición de primordios a botón, de botón a flor y de flor a frutos?

HIPÓTESIS

1.- La exposición de las estructuras reproductivas respecto a la irradiación solar del sur con respecto al norte, deberá:

a) promover el desarrollo de mayor número de primordios

b) promover una mayor proporción de primordios de alcanzar el estado de botón

c) promover una mayor proporción de alcanzar el estado de flor

d) promover una mayor proporción de alcanzar el estado de fruto

e) promover un mayor contenido de azúcares en frutos maduros.

2.- Si la cantidad de energía disponible en la rama (brazo) es la responsable del desarrollo de estructuras reproductivas se espera que ramas más largas:

a) promuevan el desarrollo de mayor número de primordios

b) promuevan una mayor proporción de primordios de alcanzar el estadio de botón

c) promuevan una mayor proporción de alcanzar el estado de flor

d) promuevan una mayor proporción de alcanzar el estado de fruto

e) promuevan un mayor contenido de azúcares en frutos maduros.

3.- Si existe una interacción (sinérgica o antagónica) entre la irradiación solar y el tamaño de la rama, entonces, ésta se verá reflejada en el número de primordios, botones, flores y frutos producidos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar si el porcentaje de primordios que alcanzan el estadio de botón, el porcentaje de botones que alcancen el estadio de flor y el porcentaje de éstas que alcanzan el estadio de fruto, así como la calidad de los frutos producidos, están explicados por la longitud de la rama y la orientación de la aréola en dos cultivares de pitaya de mayo (*Stenocereus pruinosus*) en la región de la Mixteca Baja en el estado de Oaxaca.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar el número de primordios en la planta de dos cultivares diferentes (“Roja” y “Jarro”) bajo diferentes orientaciones (norte y sur) y 2 longitudes de la rama distintas (largo y corto).
- Determinar el porcentaje de esos primordios que alcancen el estadio de botón, el porcentaje de esos botones que alcancen el estadio de flor y produzcan frutos.
- Determinar el porcentaje de esos frutos que se desarrollan hasta el nivel comercial.
- Mediante análisis estadísticos entender la influencia del tamaño de la rama y orientación de la aréola de la pitaya de mayo (*Stenocereus pruinosus*) en la probabilidad de transición de primordios a botón, de botón a flores y de flores a frutos.
- Determinar si existen diferencias en los parámetros físicos y químicos de la calidad del fruto en madurez de consumo, explicadas por la longitud de la rama y la orientación de la aréola.

METODOLOGÍA

Zona de estudio

El estudio se realizó en la comunidad de San Juan Joluxtla, municipio de Cosoltepec, distrito de Huajuapan, en el estado de Oaxaca; ubicada en lo que se conoce como la Mixteca Baja Oaxaqueña, dentro de la zona de mayor producción de pitayo, en un área aledaña a la reserva Tehuacán-Cuicatlán (Fig. 2).



Figura 2. Mapa mostrando la ubicación de San Juan Joluxtla, localidad en donde se realizó el estudio.

Se utilizaron las plantas sembradas en el Rancho “El Pitayo” (18° 9'51.78"N, 97°44'45.36"O) en la localidad referida, propiedad de la Familia Torres por ser éste uno de los ranchos con un trabajo agronómico importante en cuanto a lograr la homogeneidad de las plantas en edad, tamaño, pureza de los cultivares y carencia de enfermedades. No presenta sistema de riego adicional al agua de lluvia.

Dentro del manejo agrícola que se le proporciona al cultivo está el deshierbe frecuente, además de la adición de abono orgánico (excremento de ganado caprino).

Selección de la muestra

Dentro de las poblaciones disponibles (aproximadamente 1000 plantas por cultivar) se eligieron 12 plantas robustas por cultivar de manera que 6 de ellas fueran homogéneas de rama corta (>1.6 metros) y 6 homogéneas de rama larga (<1.4 m). De las plantas elegidas se eligió un brazo[1] por planta procurando obtener una longitud homogénea.

La selección de plantas se realizó para obtener el equivalente a un diseño de tratamientos factorial en el que se consideraron:

Cultivar de la Pitaya. Con dos niveles, pitaya “Roja” y pitaya “Jarro”.

Longitud de la rama (desde el punto en dónde comienza la erección del brazo). Se formaron 2 niveles de 6 plantas diferentes para cada cultivar (Nivel 1: ramas cortas, hasta 1.40 metros de longitud, Nivel 2: brazos largos, mayor o igual a 1.60 metros). De cada planta se eligió una rama que cumpliera con las características de longitud.

[1] Si bien se reconoce que el término apropiado para designar la fracción de la planta que contiene a los frutos es “rama”, coloquialmente los productores y en la literatura agronómica sobre cactáceas se usa el término brazo, en este trabajo, debido al gran número de veces que se hace referencia a esta estructura y para no ser monótono, ambos términos se usarán como sinónimos.



Figura 3. Individuo de *S. pruinosus*, mostrando la longitud del brazo, a partir de la erección del brazo.

Orientación de la aréola. Con dos niveles Orientación norte (315° a 45°) y Orientación sur (130º a 225º).

Para cada una de las ramas seleccionadas se determinó un punto fijo a partir del cual se tomaron fotografías a una distancia suficiente para abarcar las aréolas del tercio superior del brazo (lugar en donde normalmente se producen las aréolas germinales). Las ramas se enumeraron con el fin de que los resultados fuesen inequívocos de la siguiente manera: Se escribió la primera letra del nivel de cultivar, seguido del número de planta (se utilizaron los números del 1 al 6 para numerar plantas de brazo corto y del 11 al 16 en el caso de plantas de rama larga), las costillas de cada brazo marcado fueron a su vez marcadas con S para orientación sur o N para orientación norte. A partir de las fotografías se determinó el estado de la yema foliar. Las fotografías se tomaron con una cámara Réflex, Canon 70 D (W).

Las fotografías se tomaron cada dos semanas (15 días) durante la temporada en las que se da comúnmente el proceso de crecimiento de primordio a fruto maduro (iniciando en enero y finalizando en junio).

Diseño experimental

Los diseños de parcelas divididas se emplean frecuentemente en experimentos factoriales, en los que la naturaleza del material experimental o las operaciones contempladas dificultan el manejo de todas las combinaciones de factores en una misma forma (Little y Hills, 1983).

El diseño básico de parcelas divididas involucra la asignación de tratamientos a parcelas grandes en un diseño completamente aleatorio. Los tratamientos del segundo factor se asignan a subparcelas dentro de cada parcela grande. El proyecto suele sacrificar la precisión en la estimación de los efectos promedio de los tratamientos asignados a las parcelas principales, aunque frecuentemente aumenta la precisión para comparar los efectos promedio de tratamientos asignados a subparcelas; y cuando existen interacciones, para comparar los efectos de subparcelas en un tratamiento de una parcela principal dada. Esto proviene del hecho de que el error experimental para las parcelas principales suele ser mayor que el error experimental utilizado para comparar tratamientos de subparcelas. A menudo, el término de error para los tratamientos de subparcelas es inferior al que se obtendría si todas las combinaciones de tratamientos fuesen dispuestas en un diseño de bloques al azar (Little y Hills, 1983).

El análisis del muestreo se realizó siguiendo un diseño de parcelas divididas (Little y Hills, 1983) con dos niveles en parcelas grandes (cultivar y longitud) y en parcelas chicas el factor orientación.

Modelo

El modelo está compuesto por una parcela principal o grande y una subparcela o parcela mediana. La fórmula del modelo es la siguiente:

$$\mathbf{Y_{ijk} = \mu + C_i + L_j + CL_{ij} + E_{ijk} + O_h + CO_{ih} + LO_{jh} + CLO_{ijh} + e_{ijkh}}$$

dónde:

i=1,2; j=1,2; h=1,2; k=1,2,3,4,5,6

Y_{ijkh}= Valor de la variable respuesta en el cultivar i, la longitud j de Parcelas grandes, y orientación h de Parcelas chicas, k es la repetición.

μ= Mediad poblacional

C_i = Efecto del nivel i de Cultivar

L_j = Efecto del nivel j de Longitud

CA_{ij} = Efecto de la interacción de los niveles i de Cultivar y j de Longitud

E_{ijk}= Error de parcelas grandes

O_h= Efecto del nivel h de la Orientación

CO_{ih} = Efecto de la interacción de los niveles i de Cultivar y h de Longitud

AO_{jh} = Efecto de la interacción de los niveles j de Longitud y h de Orientación

CAO_{ijh} = Efecto de la interacción de los niveles i de Cultivar, j de Longitud y h de Orientación

e_{ijkh} = Error de parcelas chicas

Para las variables físicas y químicas que se midieron en los frutos se hizo el análisis según el diseño, los resultados fueron analizados mediante modelos lineales generalizados en el paquete NCSS (Hinze, 2007).

Las proporciones de éxito en el paso de cada etapa de formación del fruto se obtuvieron de los números de casos en cada etapa, es decir, el cociente de las aréolas que alcanzaron la etapa t+1 sobre las que estaban en la etapa t.

Se elaboró la matriz de transferencia entre los diferentes estadios, probando diferencias en la tasa de cambio entre las diferentes etapas.

Variables respuesta

Las variables respuesta manejadas fueron: el número de estructuras reproductivas y la calidad de los frutos mediante los parámetros químicos de calidad medidos en frutos con madurez de consumo (cuadro 1).

Cuadro 1. Variables respuesta medidas.

Estructuras reproductoras	**Calidad del fruto**
Número de primordios	Sólidos solubles totales
Número de botones	pH
Número de flores	Acidez titulable
Número de frutos producidos	Sabor

Los parámetros químicos de calidad de los frutos que alcanzaron la madurez de consumo se midieron de la siguiente manera:

a) Sólidos Solubles Totales (SST): Las frutas y hortalizas contienen otros sólidos solubles diferentes de la sacarosa, particularmente ácidos orgánicos y minerales; en este caso los instrumentos útiles para determinar el contenido total de sólidos solubles totales (SST) de estos productos son el refractómetro de mano o de campo, ya que sólo se requiere de una gota de jugo para efectuar la determinación. Estos refractómetros proporcionan lecturas en °Brix y dado que los ácidos orgánicos son los principales sólidos solubles no-azúcares en el jugo natural de las frutas y hortalizas se suelen hacer ajustes por temperatura de medición para obtener los datos verdaderos en términos de SST.

La determinación del contenido de sólidos solubles totales (incluidos azúcares, ácidos orgánicos y minerales) se llevó a cabo utilizando un refractómetro digital de mano “pocket” ATAGO, modelo PAL-1. El aparato se calibró y posteriormente se colocó una gota de la muestra. Se anotó la lectura.

b) pH: Para determinar el pH de la pulpa se utilizó un potenciómetro Conductronic PH108 serie 8283, previamente calibrado. La muestra se colocó en un vaso de precipitados en donde se insertó el electrodo y se tomó la lectura.

c) Acidez titulable: La acidez libre o acidez titulable, se mide neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte, el pH aumenta durante la neutralización y la acidez titulable es calculada a partir de la cantidad de base necesaria para alcanzar el pH= 8.5 del punto final. Bajo estas condiciones, los ácidos orgánicos y sólo una parte del ácido fosfórico y fenoles están involucrados en el resultado final (Hulme, 1970). La acidez total, representa la suma de todos los

ácidos presentes, libres o combinados con cationes; puede determinarse neutralizando el extracto a través de una columna de intercambio catiónico.

Se llevaron a cabo las determinaciones de acidez titulable con el jugo de la fruta en un matraz Erlenmeyer titulando la muestra con NaOH 0.1 N (HYCEL, cat. 1406) utilizando el potenciómetro hasta que éste alcanzó una lectura final de 8.5, se anotó el consumo de NaOH 0.1 N, para reportar los resultados en miliequivalentes de ácidos.

d) Sabor: La variable sabor, fue obtenida de la relación de la medida de °Brix/mEq de ácidos (SST/AT).

RESULTADOS

ESTUDIO PARA LA TEMPORADA 2015

Las fotografías tomadas de la temporada 2015 se encuentran en el anexo 1 con las características del cuadro 2 (Anexo 1).

A continuación, se presentan los resultados para las diferentes variables respuesta analizadas en la temporada 2015, en donde, sólo en aquellos casos en los que el Análisis de Varianza mostró una interacción significativa ($p<0.05$) de dos o más factores la explicación fue complementada con el gráfico de resultados. Cuando resultó significativo uno o más efectos principales, éstos sólo son descritos.

En el caso de la tasa de cambio entre las diferentes etapas, la matriz de proporciones de las diferentes etapas, la descripción de ésta se complementó con los gráficos correspondientes.

Producción de estructuras reproductivas

Producción de primordios

De acuerdo al análisis de varianza, la producción de primordios presentó efectos de cultivar ($F=4.09$, $p=0.056611$) -aunque fue un valor marginal (mayor a 0.05 y menor a 0.06) se tomó como efecto significativo-, de longitud de la rama ($F=10.93$, $p=0.003532$), de la orientación de las aréolas ($F=12.89$, $p=0.001829$) y de la interacción entre la longitud de la rama y la orientación de la aréola ($F=7.92$, $p=0.010718$) (Anexo 2, cuadro 3). En cuanto al cultivar, los frutos de pitayos del cultivar “Roja” tuvieron una mayor producción de primordios ($\bar{X}$=16) que los pitayos del cultivar “Jarro” ($\bar{X}$=12). En el caso de la longitud de la rama, los pitayos de ramas

largas produjeron mayor número de primordios ($\bar{X}$=17) que los pitayos de brazos cortos ($\bar{X}$=10). A nivel de la orientación, los primordios producidos en orientación sur tuvieron un número significativamente mayor de producción de primordios ($\bar{X}$=15) en comparación con los primordios producidos en las costillas de orientación norte ($\bar{X}$=13). En cuanto a la interacción longitud de la rama*orientación de la aréola, los pitayos de brazos largos con orientación sur presentaron la cantidad mayor de primordios ($\bar{X}$=18), seguidas de los pitayos de rama larga con orientación norte ($\bar{X}$=17), siendo los pitayos de brazo corto con orientación sur ($\bar{X}$=12) los que siguen en cantidad promedio de primordios producidos, dejando a los pitayos de ramas cortas con orientación norte ($\bar{X}$=9) con los valores menores de producción de primordios (Gráfico 1).

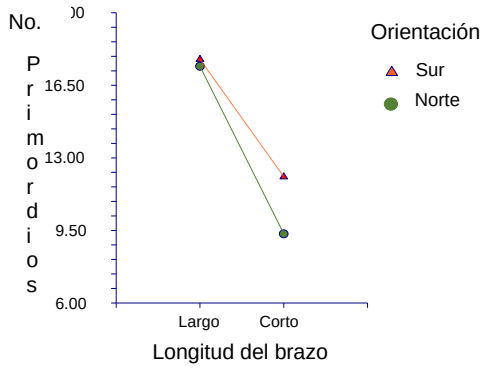


Gráfico 1. Producción de primordios explicado por la interacción entre la longitud del brazo y la orientación de la aréola.

Producción de botones

De acuerdo al análisis de varianza de los botones, tuvimos como resultado que la producción de botones presentó un efecto de longitud de la rama (F=11.67,

p=0.002736) y de orientación de la aréola (F=5.70, p=0.026951) (Anexo 2, cuadro 4). En este caso los pitayos de brazos largos produjeron mayor número de botones ($\bar{X}$=4) que los pitayos de ramas cortas ($\bar{X}$=1). A nivel de la orientación, los botones de pitayas producidos en orientación sur se presentaron en mayor cantidad ($\bar{X}$=3) en comparación con los botones producidos en las aréolas ubicadas en costillas con orientación norte ($\bar{X}$=2).

Producción de flores

De acuerdo al análisis estadístico, la producción de flores presentó sólo efecto de longitud de la rama (F=10.99, p=0.003456) (Anexo 2, cuadro 5). En este caso los pitayos de brazos largos produjeron en promedio mayor número de flores ($\bar{X}$=1) que los pitayos de ramas cortas ($\bar{X}$=0.5).

Producción de frutos

En el análisis estadístico, fue evidente que la producción de frutos presentó al igual que la producción de flores sólo efecto de longitud de la rama (F=11.08, p=0.003344) (Anexo 2, cuadro 6). En este caso los pitayos de brazos largos produjeron en promedio mayor número de frutos ($\bar{X}$=1) que los pitayos de ramas cortas ($\bar{X}$ =0.5).

Parámetros químicos de calidad de frutos con madurez de consumo

Sólidos solubles totales (SST) del fruto

Los valores de los sólidos solubles totales oscilaron entre 10.1 y 12.5 ºBrix, dependiendo del cultivar de pitaya. De acuerdo al análisis de varianza, se presentaron efectos de cultivar (F= 65.98, p<0.00001) y de longitud de la rama (F=9.76, p=0.006539) (Anexo 2, cuadro 7). Los frutos del cultivar “Roja” tuvieron un valor significativamente mayor de SST ($\bar{X}$=12.08 ºBrix) en contraposición a los frutos de pitaya del cultivar “Jarro” ($\bar{X}$=10.56). Se observaron también diferencias significativas entre los frutos provenientes de ramas cortas ($\bar{X}$=11.03 °Brix) y los frutos provenientes de los brazos largos ($\bar{X}$=11.62 ºBrix), presentando esta última el más alto valor de los sólidos solubles totales medidos en frutos de pitaya de mayo.

pH del fruto

De acuerdo al análisis de varianza del valor de pH de frutos de pitaya mostró efectos de cultivar (F=51.98, p<0.00001), de orientación (F=4.99, p=0.040157), y de la interacción entre cultivar de pitaya y la longitud de la rama (F=4.99, p=040157) (Anexo 2, cuadro 8). Los frutos del cultivar “Roja” tuvieron valores de pH significativamente mayores ($\bar{X}$=6.06) a los valores de pH de frutos del cultivar “Jarro” ($\bar{X}$=5.26); en cuanto a la orientación de la aréola, los valores de pH de los frutos de orientaciones sur y norte fueron significativamente diferentes, presentando los frutos producidos en orientación sur valores mayores ($\bar{X}$=5.79) en contraposición a los frutos producidos en orientación norte ($\bar{X}$=5.54). Se presentaron también diferencias significativas entre el valor de pH de frutos de pitaya del cultivar “Roja” de ramas

cortas ($\bar{X}$=6.2) con frutos del cultivar “Roja” de brazos largos ($\bar{X}$=5.93), y con los frutos de la cultivar “Jarro” de ramas largas ($\bar{X}$=5.37), siendo los frutos del cultivar “Jarro” de brazos cortos los que tienen valores de pH menores ($\bar{X}$=5.15) (Gráfico 2).

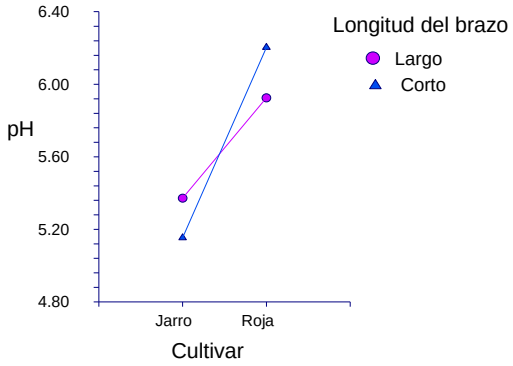


Gráfico 2. Interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud de la rama, explicando el nivel de pH.

Acidez total titulable (ATT) del fruto

Los valores de ácidos orgánicos totales presentes en los frutos de pitaya de mayo fueron obtenidos a través de la acidez total titulable de las muestras, la cual se expresa en miliequivalentes de ácidos (mEq). El análisis de varianza de la AT mostró diferencias significativas dando como resultado efectos de cultivar (F=12.78, p=0.002528), de orientación (F=5.67, p=0.029992) y de la interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud de las ramas (F=4.23, p=0.056354), aunque este último tiene una valor por encima de 0.05 en este caso se tomó como significativo (Anexo 2, cuadro 9). Los frutos del cultivar “Jarro” tuvieron valores significativamente mayores ($\bar{X}$=1.99) a los valores de AT de frutos del cultivar “Roja” ($\bar{X}$=1.35); los valores de AT de los frutos bajo orientaciones sur y norte fueron significativamente diferentes, presentando los frutos ubicados en orientación sur valores menores

($\bar{X}$=1.46) en contraposición a los frutos del norte ($\bar{X}$=1.88). Se presentaron diferencias significativas entre los frutos de pitaya del cultivar “Jarro” de ramas cortas ($\bar{X}$=2.18) con frutos de cultivar “Jarro” de brazos largos ($\bar{X}$=1.79), los frutos del cultivar “Roja” tuvieron los niveles de acidez titulable menores, a los frutos provenientes de ramas largas ($\bar{X}$=1.53) le siguen en orden decreciente, los frutos del cultivar “Roja” de brazos cortos ($\bar{X}$=1.17), los cuales presentaron el nivel de AT menor (Gráfico 3).

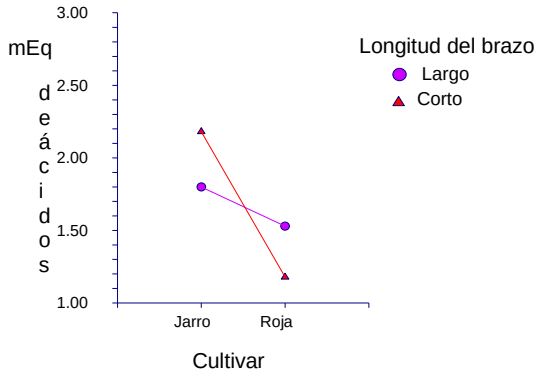


Gráfico 3. Interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud del brazo, explicando el nivel de acidez titulable.

Sabor del fruto

De acuerdo al análisis de varianza, la variable sabor, presentó efectos de cultivar (F=11.47, p=0.003758) (Anexo 2, cuadro 10). En frutos del cultivar “Roja” ($\bar{X}$=10.13) se presentó un valor significativamente mayor que los valores de los frutos producidos en el cultivar “Jarro” ($\bar{X}$=5.63).

Tasa de cambio entre las diferentes etapas

Las proporciones de éxito o tasa de cambio de las diferentes etapas de formación del fruto se encuentran en el cuadro 12 (Anexo 3). La proporción de botones producidos dada la etapa de primordios en las plantas del cultivar “Jarro” de rama larga y orientación sur fue de 0.38, mientras que para las plantas de brazo largo y orientación sur del cultivar “Roja” la proporción de éxito de este cambio de etapa fue igual a 0.22 (Gráfico 4).

En el caso de las flores producidas dada la etapa de botón, la proporción de las plantas del cultivar “Jarro” de rama larga y orientación norte fue igual a 0.50, mientras que las plantas del cultivar “Roja” de brazos cortos de ambas orientaciones (norte y sur), así como las plantas del cultivar “Jarro” de ramas cortas de orientación sur tuvieron el 0% de éxito en este cambio de etapa (Gráfico 5).

De las flores que llegaron a ser frutos, tanto en las plantas de ambos cultivares (“Roja” y “Jarro”) de brazos largos y orientación norte el porcentaje de éxito fue del 100%, mientras que las plantas de ramas largas con orientación sur presentaron proporciones de éxito de 0.71 en el caso del cultivar “Roja” y de 0.84 en el caso del cultivar “Jarro” (Gráfico 6).

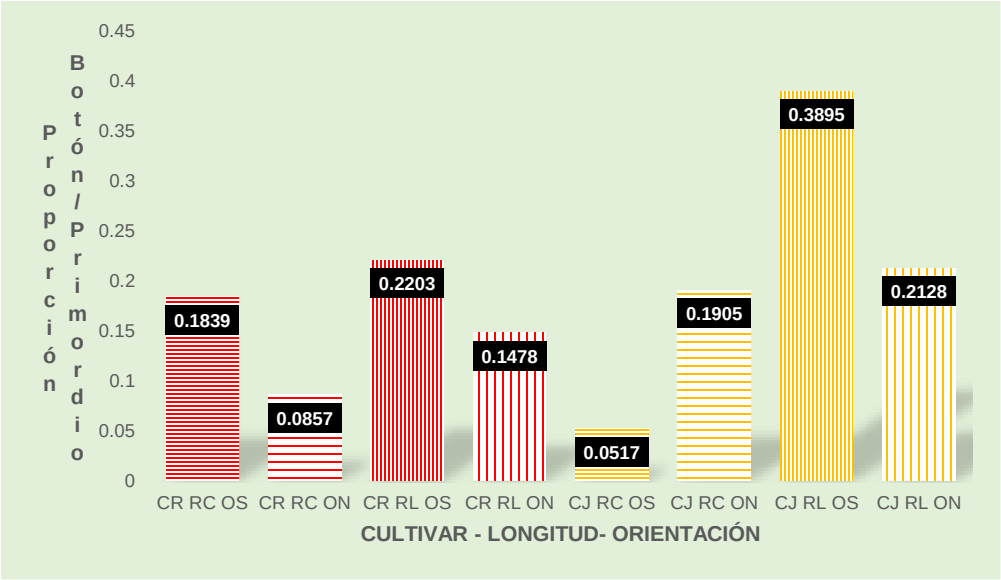


Gráfico 4. Proporción de botones producidos dada la etapa de primordio. CR= cultivar “Roja”, CJ= cultivar “Jarro”; RC= rama corta, RL= rama larga; OS= orientación sur, ON= orientación norte. Temporada 2015.

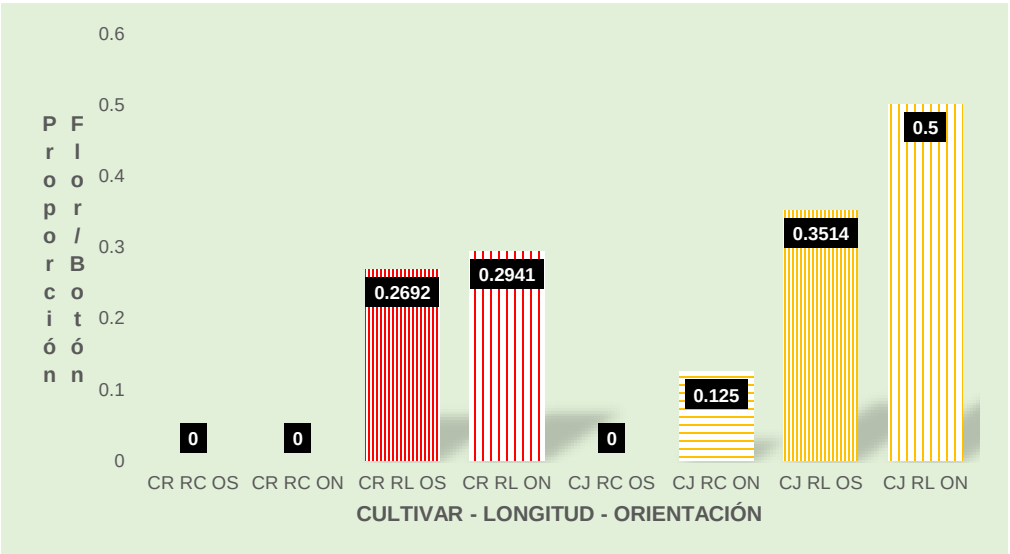


Gráfico 5. Proporción de flores producidas dada la etapa de botón. CR= cultivar “Roja”, CJ= cultivar “Jarro”; RC= rama corta, RL= rama larga; OS= orientación sur, ON= orientación norte. Temporada 2015.

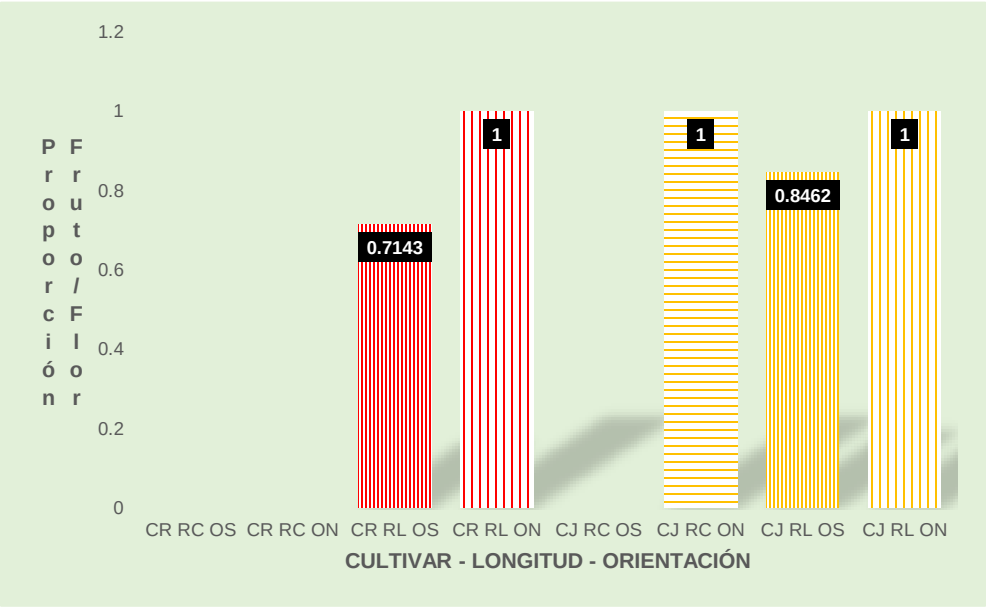


Gráfico 6. Proporción de frutos producidos dada la etapa de flor.
CR= cultivar “Roja”, CJ= cultivar “Jarro”; RC= rama corta, RL= rama larga; OS= orientación sur, ON= orientación norte. Temporada 2015.

ESTUDIO PARA LA TEMPORADA 2016

En el año 2016 se realizó una réplica del estudio referente a la temporada 2015, se utilizó la misma muestra de plantas elegidas en la temporada anterior, para así poder conocer si existía una diferencia de los efectos que tuvieron los factores en cada una de las variables respuesta medidas.

La metodología utilizada en la temporada 2016 fue la misma que se utilizó en la temporada 2015. Las fotografías se encuentran en el anexo 4.

A continuación, se presentan los resultados para las diferentes variables respuesta analizadas en la temporada 2016, en dónde, sólo en aquellos casos en los que el Análisis de Varianza mostró una interacción significativa ($p<0.05$) de dos o más factores la explicación fue complementada con el gráfico de resultados. Cuando resultó significativo uno o más efectos principales, éstos sólo fueron descritos.

En el caso de la tasa de cambio entre las diferentes etapas, la descripción de la matriz de proporciones de las diferentes etapas se complementó con los gráficos correspondientes.

Producción de estructuras reproductivas

Producción de primordios

De acuerdo al análisis de varianza, la producción de primordios del año 2016 presentó efectos de longitud de las ramas ($F=11.61$, $p=0.002796$), y de orientación de la aréola ($F=68.49$, $p<0.00001$) (Anexo 5, cuadro 14). En este caso los pitayos de brazos largos produjeron mayor número de primordios ($\bar{X}$=18) que los pitayos de ramas cortas ($\bar{X}$=11). A nivel de la orientación, las aréolas ubicadas en orientación

sur ($\bar{X}$=18) tuvieron un número significativamente mayor de producción de primordios en comparación con aquellas aréolas ubicadas en las costillas de orientación norte ($\bar{X}$=12).

Producción de botones

De acuerdo al análisis de varianza de los botones, tuvimos como resultado que la producción de botones presentó sólo efecto de orientación de la aréola (F=20.60, p=0.000200) (Anexo 5, cuadro 15). En este caso se produjeron más botones en las aréolas orientadas al sur ($\bar{X}$=6) en comparación con los botones producidos en las aréolas de las costillas ubicadas en orientación norte ($\bar{X}$=2).

Producción de flores

De acuerdo al análisis estadístico, la producción de flores presentó efecto de la orientación de las aréolas (F=13.67, p=0.001426) (Anexo 5, cuadro 16). En este caso las pitayas orientación sur produjeron en promedio mayor número de flores ($\bar{X}$=2) que las flores producidas en orientación norte ($\bar{X}$=0.6).

Producción de frutos

Los resultados del análisis de varianza mostraron que la producción de frutos presentó efecto de orientación (F=13.29, p=0.001611) y de la interacción Cultivar* Longitud de la rama (F=4.03, p=0.058519) teniendo en cuenta que el valor es marginal (Anexo 5, cuadro 17). En este caso se produjeron en promedio mayor número de frutos en las aréolas de orientación sur ($\bar{X}$=2) que los frutos producidos

en orientación norte ($\bar{X}$=0.6). En cuanto a la interacción entre el cultivar de la pitaya y la longitud de la rama, la producción de frutos fue mayor en el cultivar “jarro” de brazos largos ($\bar{X}$=2), seguida de la producción de frutos del cultivar “Roja” de ramas cortas ($\bar{X}$=1.33), las plantas del cultivar “Jarro” de brazos cortos produjeron en promedio 1 fruto por planta, mientras que las plantas del cultivar “Roja” de ramas largas presentaron la menor producción de frutos ($\bar{X}$=0.8) (Gráfico 7).

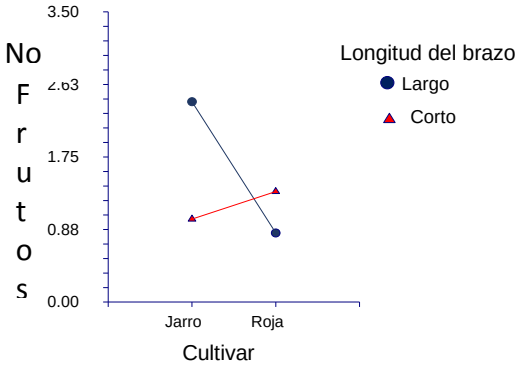


Gráfico 7. Efecto de la interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud de la rama, en la producción de frutos.

Parámetros químicos de calidad de frutos con madurez de consumo

Sólidos solubles totales (SST) del fruto

Los valores de los sólidos solubles totales oscilaron entre 10.1° y 12.75° Brix, dependiendo del cultivar de pitaya. Al analizar los valores de SST mediante un análisis de varianza no se tuvieron diferencias significativas entre la cantidad de sólidos solubles totales existentes en los frutos de pitaya de mayo en la temporada 2016 (Anexo 5, cuadro 18).

pH del fruto

Los valores de pH oscilaron entre 4.83 y 5.36, dependiendo del cultivar de Pitaya. Al analizar los valores de SST mediante un análisis de varianza no se tuvieron diferencias significativas entre los niveles de pH existentes en los frutos de pitaya de mayo en la temporada 2016 (Anexo 5, cuadro 19).

Acidez titulable (AT) del fruto

La cantidad de ácidos totales presentes en los frutos de pitaya de mayo fueron obtenidos a través de la acidez titulable de las muestras, la cual se expresa en miliequivalentes de ácidos (mEq ácidos). El análisis de varianza de la AT no mostró diferencias significativas (Anexo 5, cuadro 20).

Sabor del fruto

De acuerdo al análisis de varianza, los valores del sabor de las pitayas no llegaron a ser estadísticamente diferentes entre ellos (Anexo 5, cuadro 21).

Tasa de cambio entre las diferentes etapas

La matriz de proporciones de éxito de las diferentes etapas se encuentra en el anexo 6, cuadro 22.

El porcentaje de botones producidos dada la etapa de primordios en las plantas del cultivar “Jarro” de rama corta y orientación sur fue de 38%, en las plantas del cultivar “Roja” de brazo corto y orientación norte tuvieron un 10% de éxito en dicho cambio de etapa (Gráfico 8).

En el caso de las flores producidas dada la etapa de botón, la proporción de plantas del cultivar “Jarro” de rama larga y orientación sur fue de 0.57. Las plantas del cultivar “Roja” de brazos cortos con orientación sur y las plantas del cultivar “Jarro” de ramas largas con orientación norte tuvieron la misma proporción de éxito de la etapa de flor dada la etapa de botón (0.50) (Gráfico 9).

La proporción de éxito de la etapa de fruto dada la etapa de flor fue igual a 1 en todos los grupos exceptuando a las plantas del cultivar “Roja” de brazo largo con orientación sur en donde la proporción de éxito fue igual a 0.8571 (Gráfico 10).

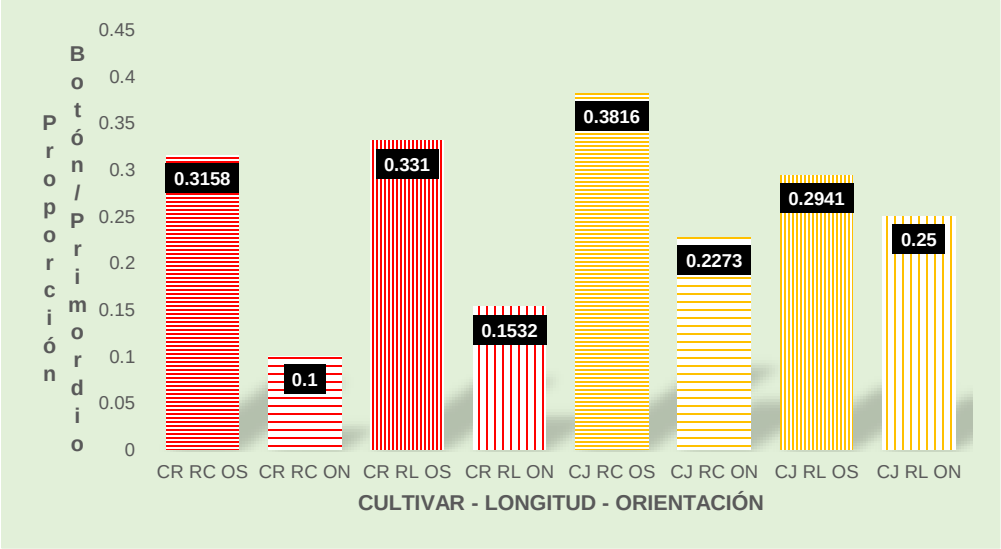


Gráfico 8. Proporción de botones producidos dada la etapa de primordio. CR= cultivar “Roja”, CJ= cultivar “Jarro”; RC= rama corta, RL= rama larga; OS= orientación sur, ON= orientación norte. Temporada 2016.

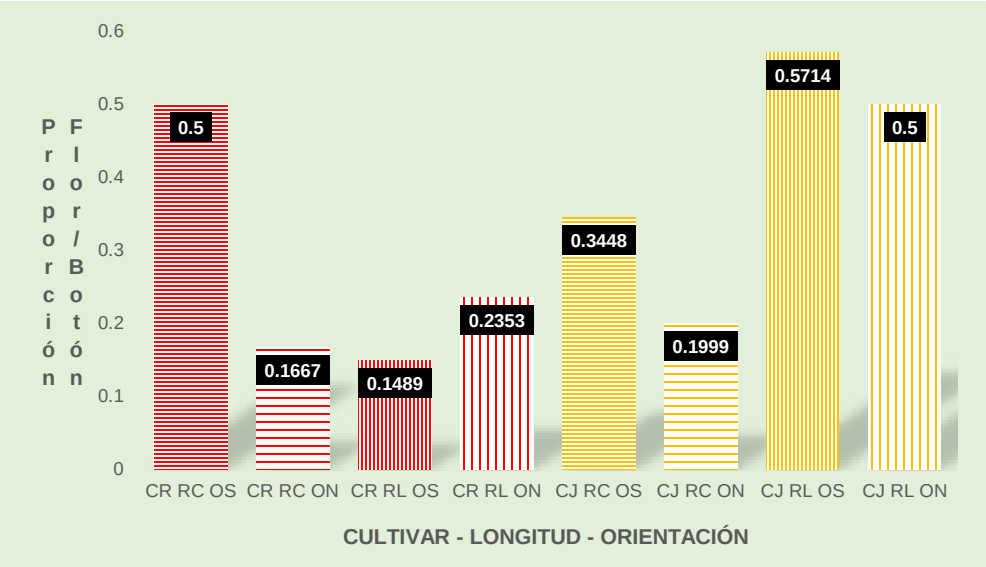


Gráfico 9. Proporción de flores producidas dada la etapa de botón. CR= cultivar “Roja”, CJ= cultivar “Jarro”; RC= rama corta, RL= rama larga; OS= orientación sur, ON= orientación norte. Temporada 2016.

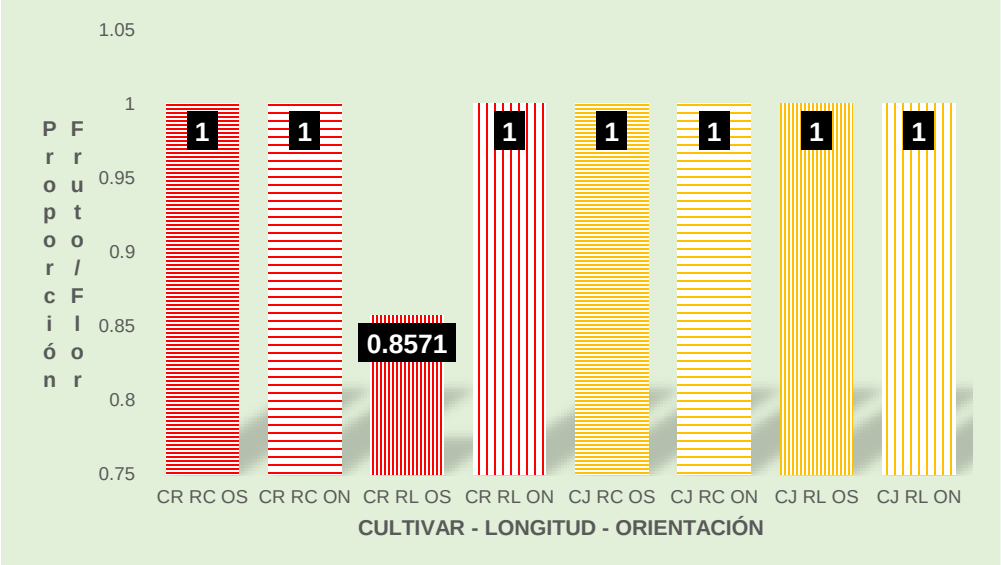


Gráfico 10. Proporción de frutos producidos dada la etapa de flor. CR= cultivar “Roja”, CJ= cultivar “Jarro”; RC= rama corta, RL= rama larga; OS= orientación sur, ON= orientación norte. Temporada 2016.

COMPARACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE LAS TEMPORADAS 2015 Y 2016

Para realizar un contraste entre las producciones del año 2015 y 2016, al modelo de parcelas divididas que se utilizó para el análisis de la producción de las estructuras reproductoras se le añade un factor fijo más, el año, con dos niveles (2015 y 2016). Por tanto el modelo resultante con el cual se analizaron estadísticamente los datos se presenta enseguida:

$$\mathbf{Y_{ijkhg} = \mu + C_i + L_j + CL_{ij} + E_{ijk} + O_h + CO_{ih} + LO_{jh} + CLO_{ijh} + e_{ijkh} + A_g + CAig + LAjg + CLAijg + Eb_{ijkg} + OA_{hg} + COA_{ihg} + LOA_{jgh} + CLOA_{ijhg} + eb_{ijkhg}}$$

dónde:

i=1,2; j=1,2; h=1,2; k=1,2,3,4,5,6; g= 1,2.

Y_{ijkhg}= Valor de la variable respuesta en la cultivar i, la Longitud j de Parcelas grandes, y orientación h de Parcelas chicas, k es la repetición.

μ= Media poblacional

C_i = Efecto del nivel i de Cultivar

L_j = Efecto del nivel j de Longitud

CL_{ij} = Efecto de la interacción de los niveles i de Cultivar y j de Longitud

E_{ijk} = Error de parcelas grandes

O_h = Efecto del nivel h de la Orientación

CO_{ih} = Efecto de la interacción de los niveles i de Cultivar y h de Orientación

LO_{jh} = Efecto de la interacción de los niveles j de Longitud y h de Orientación

CLO_{ijh} = Efecto de la interacción de los niveles i de Cultivar, j de Longitud y h de Orientación

e_{ijkh} = Error de parcelas chicas

A_g = Efecto del nivel g del Año de producción

CA_{ig} = Efecto de la interacción de los niveles i de Cultivar y g del Año de producción

LA_{jg} = Efecto de la interacción de los niveles j de Longitud y g del Año de producción

CLA_{ijg} = Efecto de la interacción de los niveles i de Cultivar, j de Longitud y g del Año de producción

Eb_{ijkhg} = Error de bloque de parcelas grandes

OA_{hg} = Efecto de la interacción de los niveles h de Orientación y g del Año de producción

COA_{ihg} = Efecto de la interacción de los niveles i de Cultivar, h de Orientación y g del Año de producción

LOA_{jhg} = Efecto de la interacción de los niveles j de Longitud, h de Orientación y g del Año de producción

$CLOA_{ijhg}$ = Efecto de la interacción de los niveles i de Cultivar, j de Longitud, h de Orientación y g del Año de producción

ebijkhg = Error de bloque de parcelas chicas

A continuación, se presentan los resultados para las diferentes variables respuesta analizadas en el contraste de las temporadas 2015 y 2016, en donde, sólo en aquellos casos en los que el Análisis de Varianza mostró una interacción significativa ($p<0.05$) de dos o más factores la explicación fue complementada con el gráfico de resultados. Cuando resultó significativo uno o más efectos principales, éstos sólo son descritos.

Producción de estructuras reproductivas

Producción de primordios

El análisis de varianza de la producción de primordios dio como resultado que existe efecto de cultivar, de longitud de las ramas, de la orientación de las aréolas, de la interacción doble entre la orientación de las aréolas y el año de producción, así como de la interacción triple entre el cultivar de pitaya, la orientación de la aréola y el año de producción (cuadro 24).

En cuanto a la interacción entre la orientación de la costilla y el año de producción, hubo una menor producción de primordios en las aréolas de orientacion norte en ambos años, año 2015 ($\bar{X}$=13.38) y año 2016 ($\bar{X}$= 11.96); a diferencia de las aréolas de orientación sur, siendo el año 2016 en donde se presentó una mayor producción de primordios ($\bar{X}$=18), a diferencia del año 2015 ($\bar{X}$=14.92) (Gráfico 11). Respecto a la interacción triple entre Cultivar, Orientación de la aréola y Año de producción, se produjeron mayor número de primordios en pitayas del cultivar “Roja” con aréolas ubicadas en orientación sur del año 2016 ($\bar{X}$=19.75), seguida de la producción del año 2015 ($\bar{X}$=17.08), la producción de primordios del cultivar “Jarro” con orientación sur del año 2016 ($\bar{X}$=16.25) tuvo mayor producción que la producción del 2015 ($\bar{X}$=12.75), las aréolas de orientación norte tuvieron una menor producción en ambos años, el cultivar “Roja” con aréolas orientadas en el norte del año 2015 tuvieron un promedio igual a 15.42 y el año 2016 con promedio igual a 14.25, el cultivar “Jarro” de aréolas de orientación norte del 2015 produjeron 11.33 primordios mientras que en 2016 se produjeron en promedio 9.67 primordios (Gráficos 12 y 13).

Cuadro 24. Resultados del Análisis de varianza de primordios producidos (Anexo 7).

Variable	g.l.	F	P
Cultivar	**1**	**4.60**	**0.044498**
Longitud	**1**	**13.08**	**0.001720**
Cultivar*Longitud	1	0.02	0.881020
Planta= Planta(Cultivar*Longitud)	20		
Orientación	**1**	**71.39**	**0.000000**
Cultivar*Orientación	1	0.22	0.647491
Longitud*Orientación	1	0.70	0.413236
Cultivar*Longitud*Orientación	1	0.70	0.413236
Planta*Orientación(Cultivar*Longitud)	20		
Año	1	1.16	0.293858
Cultivar*Año	1	0.01	0.915227
Longitud*Año	1	0.01	0.915227
Cultivar*Longitud*Año	1	1.16	0.293858
Planta*Año(Cultivar*Longitud)	20		
Orientación*Año	**1**	**32.19**	**0.000015**
Longitud*Orientación*Año	1	0.71	0.410577
Cultivar*Orientación*Año	**1**	**4.42**	**0.048502**
Longitud*Cultivar*Orientación*Año	1	1.10	0.305974
Planta*Orientación*Año(Cultivar*Longitud)	20		
S	0		

$\alpha<0.05$

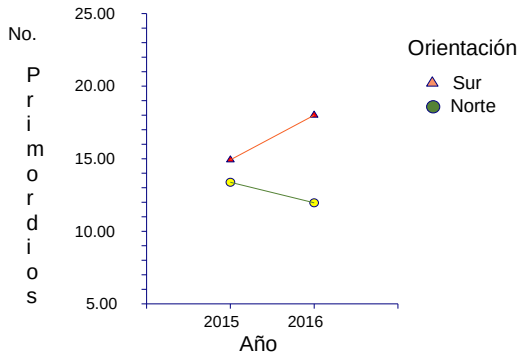


Gráfico 11. Efecto de la interacción entre la orientación de la aréola y el año de producción, en la producción de primordios.

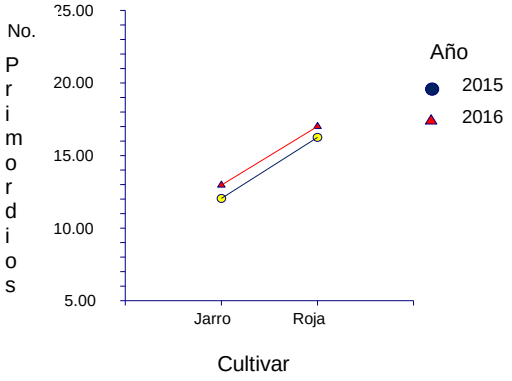


Gráfico 12. Efecto de la interacción entre cultivar de pitaya y el año de producción, en la producción de primordios.

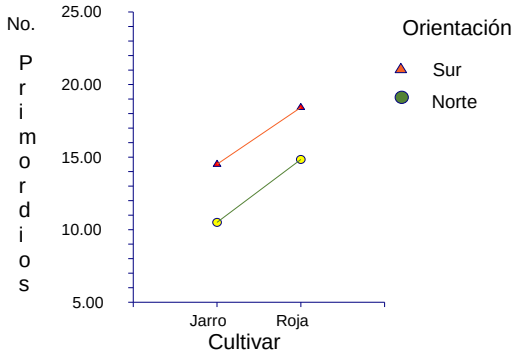


Gráfico 13. Efecto de la interacción entre el cultivar de pitaya y la orientación de la aréola, en la producción de primordios.

Producción de botones

De acuerdo al análisis de varianza de los botones, tuvimos como resultado que se presentó un efecto de orientación de la aréola, del año de producción y de la interacción entre la orientación de la aréola y el año de producción (cuadro 25).

La producción de los diferentes años resultó ser diferente, en promedio en el año 2015 se produjeron ($\bar{X}$=2.77) menos botones que en el 2016 ($\bar{X}$=4). En cuanto a la interacción entre la Orientación de la costila y el Año de producción, hubo una menor producción de botones en orientaciones norte de ambos años, las aréolas de orientación norte del año 2015 ($\bar{X}$=2.125) junto con las aréolas de orientación norte del año 2016 ($\bar{X}$=2.125) tuvieron en promedio la misma producción de botones en ambos años de producción, a diferencia de las aréolas de orientación sur, en el año 2015 las aréolas de orientación sur produjeron un promedio de 3.42 botones, en el año 2016 las areolas de orientación sur tuvieron una mayor producción de botones ($\bar{X}$=5.88) (Gráfico 14).

Cuadro 25. Resultados del Análisis de varianza de botones producidos (Anexo 7).

Variable	g.l.	F	p
Cultivar	1	0.01	0.909750
Longitud	**1**	**6.26**	**0.021116**
Cultivar*Longitud	1	0.06	0.803188
Planta= Planta(Cultivar*Longitud)	20		
Orientación	**1**	**23.31**	**0.000102**
Cultivar*Orientación	1	0.99	0.330462
Longitud*Orientación	1	0.99	0.330462
Cultivar*Longitud*Orientación	1	0.36	0.556244
Planta*Orientación(Cultivar*Longitud)	20		
Año	**1**	**5.34**	**0.031666**
Cultivar*Año	1	0.19	0.671273
Longitud*Año	1	0.96	0.339311
Cultivar*Longitud*Año	1	2.33	0.142391
Planta*Año(Cultivar*Longitud)	20		
Orientación*Año	**1**	**7.03**	**0.015340**
Longitud*Orientación*Año	1	0.24	0.626540
Cultivar*Orientación*Año	1	0.58	0.453912
Longitud*Cultivar*Orientación*Año	1	1.94	0.178976
Planta*Orientación*Año(Cultivar*Longitud)	20		
S	0		

α<0.05

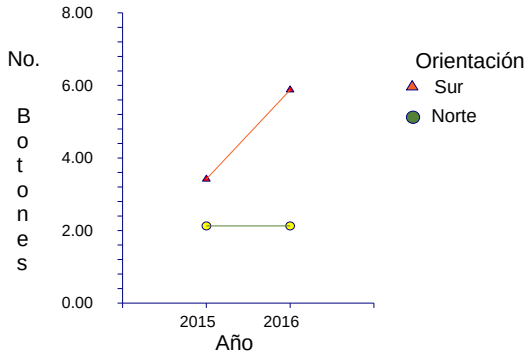


Gráfico 14. Efecto de la interacción entre la orientación de la aréola y el año de producción, en la producción de botones.

Producción de flores

Al realizar un análisis de varianza de la producción de flores, se presentaron efectos de longitud de la rama, orientación de la aréola, año de producción y la interacción de la orientación de la aréola y el año de producción (cuadro 26).

La producción de los diferentes años resultó ser diferente, en promedio en el año 2015 se produjeron ($\bar{X}$=0.75) menos flores que en el 2016 ($\bar{X}$=1.42). En cuanto a la interacción entre la Orientación de la costilla y el Año de producción, hubo una menor producción de flores en orientaciones norte de ambos años que las orientaciones sur de ambos años; las aréolas de orientación norte del año 2015 ($\bar{X}$=0.67) junto con las aréolas de orientación norte del año 2016 ($\bar{X}$=0.67) tuvieron en promedio la misma producción de flores en ambos años de producción, a diferencia de las aréolas de orientación sur, en el año 2015 en las aréolas de orientación sur se produjo un promedio de 0.83 flores, mientras que en el año 2016 las aréolas de orientación sur tuvieron una mayor producción de flores ($\bar{X}$=2.17) (Gráfico 15).

Cuadro 26. Resultados del Análisis de varianza de flores producidas (Anexo 7).

Variable	g.l.	F	p
Cultivar	1	2.05	0.167308
Longitud	**1**	**6.43**	**0.019689**
Cultivar*Longitud	1	3.11	0.093057
Planta= Planta(Cultivar*Longitud)	20		
Orientación	**1**	**12.54**	**0.002050**
Cultivar*Orientación	1	0.03	0.861247
Longitud*Orientación	1	0.03	0.861247
Cultivar*Longitud*Orientación	1	2.01	0.172038
Planta*Orientación(Cultivar*Longitud)	20		
Año	**1**	**7.17**	**0.014461**
Cultivar*Año	1	0.03	0.868763
Longitud*Año	1	3.39	0.080503
Cultivar*Longitud*Año	1	1.01	0.327281
Planta*Año(Cultivar*Longitud)	20		
Orientación*Año	**1**	**8.28**	**0.009292**
Longitud*Orientación*Año	1	0.03	0.859045
Cultivar*Orientación*Año	1	1.59	0.222432
Longitud*Cultivar*Orientación*Año	1	1.17	0.293267
Planta*Orientación*Año(Cultivar*Longitud)	20		
S	0		

α<0.05

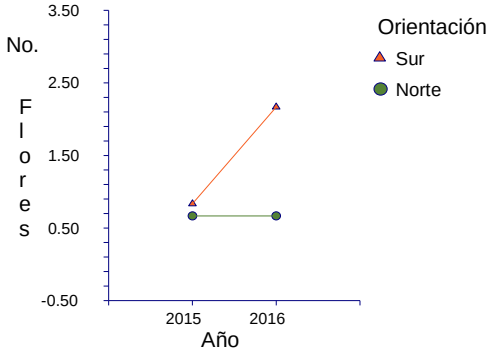


Gráfico 15. Efecto de la interacción entre la orientación de la aréola y el año de producción, en la producción de flores.

Producción de frutos

De acuerdo al análisis de varianza realizado, la producción de frutos presentó efecto de la longitud de las ramas, de la orientación de la aréola, del año de producción, de la interacción entre el cultivar de la pitaya y la longitud de las ramas y de la interacción entre la orientación de la aréola y el año de producción (cuadro 27).

La producción de los diferentes años resultó ser diferente, en promedio en el año 2015 se produjeron ($\bar{X}$=0.67) menos frutos que en el 2016 ($\bar{X}$=1.40). En cuanto a la interacción Cultivar*Longitud, hubo una menor producción de frutos de brazos cortos de ambos años que las plantas de ramas largas; las plantas del cultivar "Jarro" de brazos cortos ($\bar{X}$=0.54), seguidas de las plantas del cultivar "Roja" de ramas cortas ($\bar{X}$=0.67), las plantas del cultivar "Roja" de brazos largos tuvieron una producción en promedio de 0.83, siendo las plantas del cultivar "Jarro" de ramas largas los que tuvieron una mayor producción de frutos ($\bar{X}$=2.08) (Gráfico 16). En la interacción entre la Orientación de la costilla y el Año de producciòn (temporada), hubo una menor producción de frutos en orientaciones norte de ambos años que las orientaciones sur de ambos años; las aréolas de orientación norte del año 2015 ($\bar{X}$=0.67) junto con las aréolas de orientación norte del año 2016 ($\bar{X}$=0.67) tuvieron en promedio la misma producción de frutos en ambos años de producción; a diferencia de las aréolas de orientación sur, en el año 2015 en las aréolas de orientación sur se produjo un promedio de 0.67 frutos, mientras que en el año 2016 las aréolas de orientación sur presentaron una mayor producción de frutos ($\bar{X}$=2.13) (Gráfico 17).

Cuadro 27. Resultados del Análisis de varianza de frutos producidos (Anexo 7).

Variable	g.l.	F	P
Cultivar	1	2.63	0.120404
Longitud	**1**	**6.07**	**0.022953**
Cultivar*Longitud	**1**	**3.93**	**0.061297**
Planta= Planta(Cultivar*Longitud)	20		
Orientación	**1**	**10.69**	**0.003836**
Cultivar*Orientación	1	0.08	0.782172
Longitud*Orientación	1	0.43	0.520630
Cultivar*Longitud*Orientación	1	2.52	0.127966
Planta*Orientación(Cultivar*Longitud)	20		
Año	**1**	**8.27**	**0.009361**
Cultivar*Año	1	0.06	0.807859
Longitud*Año	1	2.44	0.134271
Cultivar*Longitud*Año	1	1.14	0.298299
Planta*Año(Cultivar*Longitud)	20		
Orientación*Año	**1**	**10.06**	**0.004800**
Longitud*Orientación*Año	1	0.07	0.788539
Cultivar*Orientación*Año	1	0.99	0.330812
Longitud*Cultivar*Orientación*Año	1	1.39	0.252651
Planta*Orientación*Año(Cultivar*Longitud)	20		
S	0		

α<0.05

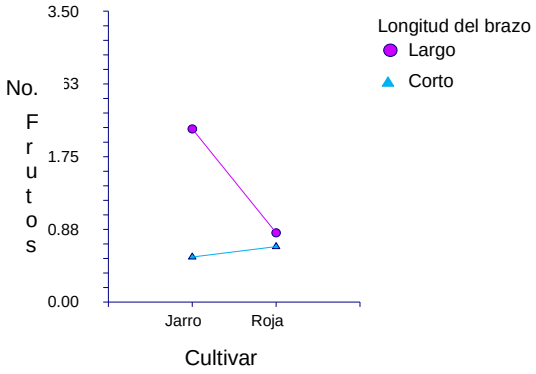


Gráfico 16. Efecto de la interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud del brazo, en la producción de frutos.

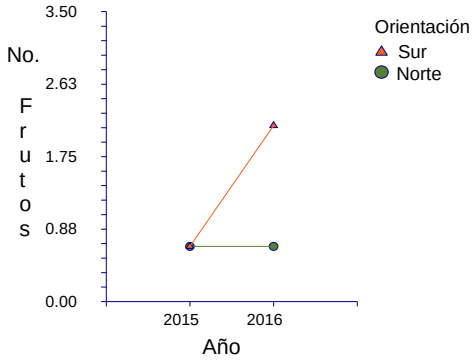


Gráfico 17. Efecto de la interacción entre la orientación de la aréola y el año de producción, en la producción de frutos.

Parámetros químicos de calidad de frutos en madurez de consumo

Sólidos Solubles Totales (SST) del fruto

Los valores de los sólidos solubles totales presentaron efectos de cultivar (F= 19.28, p= 0.000282), (Anexo 5, cuadro 28). En cuanto al cultivar de pitaya, se produjeron valores menores de SST en el cultivar “Jarro” ($\bar{X}$=10.56) que en el cultivar “Roja” ($\bar{X}$=12.04).

Cuadro 28. Resultados del Análisis de varianza de los Sólidos Solubles Totales de los frutos (Anexo 7).

Variable	g.l.	F	p
Cultivar	**1**	**19.28**	**0.000282**
Longitud	1	0.05	0.817183
Cultivar*Longitud	1	3.65	0.070552
Orientación	1	0.24	0.630356
Cultivar*Orientación	1	0.03	0.866310
Longitud*Orientación	1	0.73	0.403960
Cultivar*Longitud*Orientación	1	0.08	0.779171
Año	1	0.02	0.883165
Cultivar*Año	1	0.02	0.902522
Longitud*Año	1	0.74	0.400593
Cultivar*Longitud*Año	1	1.14	0.298798
Orientación*Año	1	0.50	0.486246
Cultivar*Orientación*Año	1	0.00	1.000000
Longitud*Orientación*Año	1	0.00	1.000000
Cultivar*Longitud*Orientación*Año	1	0.00	1.000000
S	20		

α<0.05

pH del fruto

Según el análisis de varianza el pH de los frutos de pitaya mostró efectos de cultivar, del año de producción, de la interacción entre cultivar con la longitud de la rama y efecto de la interacción entre Cultivar de la pitaya y el Año de producción (cuadro 29).

En cuanto al año de producción, en el 2015 se tuvieron mayores valores de pH ($\bar{X}$=5.66) que en 2016 ($\bar{X}$=5.18). En cuanto a la interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud de la rama, hubo un valor menor de pH en las plantas del cultivar “Jarro” de brazos cortos ($\bar{X}$=4.97), seguidas de las plantas del cultivar “Jarro” de rama larga ($\bar{X}$=5.35), las plantas del cultivar “Roja” de brazos largos tuvieron en promedio un pH de 5.58, siendo las plantas del cultivar “Roja” de rama corta las que tuvieron un valor mayor de pH ($\bar{X}$=5.78) (Gráfico 18). En la interacción entre el Cultivar de pitaya y el Año de producción, hubo un pH menor en la producción del año 2016; el cultivar

"Jarro" del año 2016 ($\bar{X}$=5.06) tuvo el menor valor de pH seguida del cultivar "Roja" del año 2016 ($\bar{X}$=5.07), a diferencia del cultivar "Jarro" en el año 2015 en la que se tuvo un valor promedio de pH igual a 5.26, mientras que en el cultivar "Roja" del año 2016 se tuvo el valor mayor de pH ($\bar{X}$=6.06) (Gráfico 19).

Cuadro 29. Resultados del Análisis de varianza del pH de los frutos (Anexo 7).

Variable	g.l.	F	P
Cultivar	**1**	**17.79**	**0.000423**
Longitud	1	0.22	0.642701
Cultivar*Longitud	**1**	**5.51**	**0.029331**
Orientación	1	1.44	0.243453
Cultivar*Orientación	1	2.83	0.107828
Longitud*Orientación	1	0.11	0.746810
Cultivar*Longitud*Orientación	1	1.71	0.205252
Año	**1**	**15.84**	**0.000738**
Cultivar*Año	**1**	**5.41**	**0.030606**
Longitud*Año	1	0.39	0.538900
Cultivar*Longitud*Año	1	0.10	0.752479
Orientación*Año	1	0.01	0.931956
Cultivar*Orientación*Año	1	0.00	1.000000
Longitud*Orientación*Año	1	0.00	1.000000
Cultivar*Longitud*Orientación*Año	1	0.00	1.000000
S	20		

α<0.05

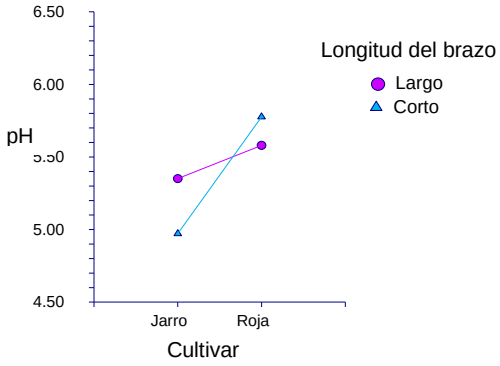


Gráfico 18. Efecto de la interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud de la rama, en el pH de frutos en madurez de consumo.

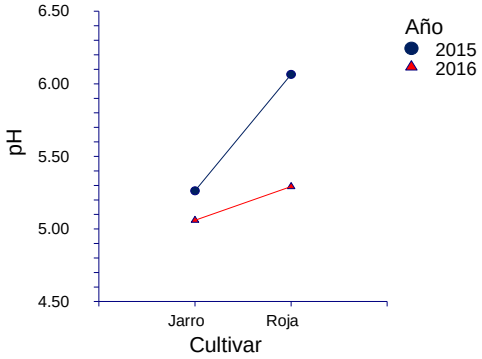


Gráfico 19. Efecto de la interacción entre el cultivar de pitaya y el año de producción, en el pH de frutos en madurez de consumo.

Acidez Titulable (AT) del fruto

Los valores de ácidos totales presentes en los frutos de pitaya de mayo fueron obtenidos a través de la acidez titulable de las muestras, la cual se expresa en miliequivalentes de ácidos (mEq). Esta variable presentó efectos de cultivar, de la orientación de las aréolas, del año de producción y de la interacción entre cultivar de pitaya y orientación de las aréolas (cuadro 30).

Las frutas producidas en el año 2015 ($\bar{X}$=1.17) tuvieron nieveles menores de mEq de ácidos que los mEq de ácidos de aquellas frutas producidas en el año 2016 ($\bar{X}$=1.61). En cuanto a la interacción cultivar de pitaya y orientación de la aréola, hubo niveles menores de mEq de ácidos en orientaciones sur de ambos cultivares, el cultivar “Roja” de orientación sur ($\bar{X}$=0.97) tuvo un nivel promedio menor de mEq de ácidos, seguida del cultivar “Jarro” orientación sur ($\bar{X}$=1.09). Los frutos producidos en orientaciones norte tuvieron mayores niveles de mEq de ácidos, el cultivar “Roja” de orientación norte tuvo un nivel promedio igual a 1.20 mEq de ácidos mientas que el nivel mayor de ésta variable la tuvieron los frutos pertenecientes al cultivar ”Jarro” de orientación norte ($\bar{X}$= 2.31) (Gráfico 20).

Cuadro 30. Resultados del Análisis de varianza de la Acidez Total Titulable de los frutos (Anexo 7).

Variable	g.l.	F	p
Cultivar	**1**	**8.28**	**0.009304**
Longitud	1	2.24	0.149867
Cultivar*Longitud	1	3.44	0.078482
Orientación	**1**	**4.59**	**0.044725**
Cultivar*Orientación	**1**	**7.05**	**0.015178**
Longitud*Orientación	1	0.01	0.928591
Cultivar*Longitud*Orientación	1	0.50	0.487913
Año	**1**	**4.17**	**0.054483**
Cultivar*Año	1	0.65	0.429471
Longitud*Año	1	0.93	0.347475
Cultivar*Longitud*Año	1	3.00	0.098839
Orientación*Año	1	0.26	0.613356
Cultivar*Orientación*Año	1	0.00	1.000000
Longitud*Orientación*Año	1	0.00	1.000000
Cultivar*Longitud*Orientación*Año	1	0.00	1.000000
S	20		

α<0.05

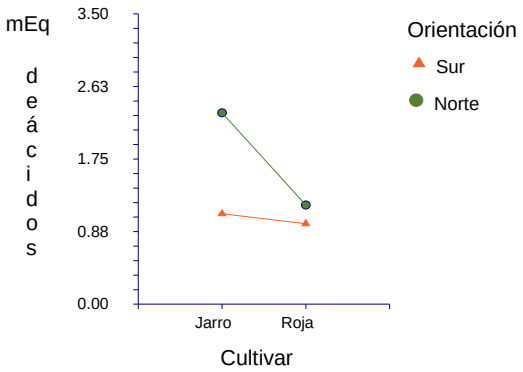


Gráfico 20. Efecto de la interacción entre el cultivar de pitaya y orientación de la aréola, en acidez titulable de frutos en madurez de consumo.

Sabor del fruto

De acuerdo al análisis de varianza, esta variable presentó efectos de cultivar y de año de producción (cuadro 31). En cuanto a cultivar de pitaya, en el cultivar “Roja” ($\bar{X}$=13.41) se presentó un valor mayor de la variable sabor que en el cultivar “Jarro” ($\bar{X}$=7.35). En el año 2015 el valor de la variable sabor fue mayor ($\bar{X}$=12.42) que el valor de la variable sabor en el año 2016 ($\bar{X}$=8.34).

Cuadro 31. Resultados del Análisis de varianza del Sabor del fruto (Anexo 7).

Variable	g.l.	F	p
Cultivar	**1**	**14.07**	**0.001258**
Longitud	1	0.46	0.504191
Cultivar*Longitud	1	0.00	0.980564
Orientación	1	0.76	0.392789
Cultivar*Orientación	1	0.93	0.346522
Longitud*Orientación	1	1.92	0.181270
Cultivar*Longitud*Orientación	1	1.31	0.265583
Año	**1**	**6.39**	**0.019984**
Cultivar*Año	1	1.98	0.175212
Longitud*Año	1	0.16	0.696779
Cultivar*Longitud*Año	1	2.02	0.171063
Orientación*Año	1	0.24	0.626856
Cultivar*Orientación*Año	1	0.000	1.000000
Longitud*Orientación*Año	1	0.000	1.000000
Cultivar*Longitud*Orientación*Año	1	0.000	1.000000
S	20		

$\alpha<0.05$

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura

Durante el periodo comprendido entre marzo y junio del año 2015, la temperatura mínima registrada fue de 9 °C y la temperatura máxima fue igual a 37.7 °C, la temperatura promedio de este periodo fue de 23 °C.

En el periodo comprendido entre los meses de enero a mayo del año 2016, la temperatura mínima registrada fue de 5.9 °C y la máxima registrada durante este periodo fue de 42.8 °C, mientras que el promedio de temperatura durante este periodo fue igual a 21.7 °C.

En los gráficos 21 y 22 podemos observar el comportamiento de la temperatura en ambos periodos (2015 y 2016).

En el periodo perteneciente al año 2015, se puede observar que la temperatura se incrementó ligeramente durante las tres primeras semanas tanto en la temperatura mínima como en la máxima, después de las primeras mediciones la temperatura se mantuvo estable a pesar de las fluctuaciones que se presentaron; a diferencia del periodo correspondiente al año 2016, en donde se observó que la temperatura fue en aumento durante este periodo, además de presentarse temperaturas mayores a las temperaturas del periodo del año 2015.

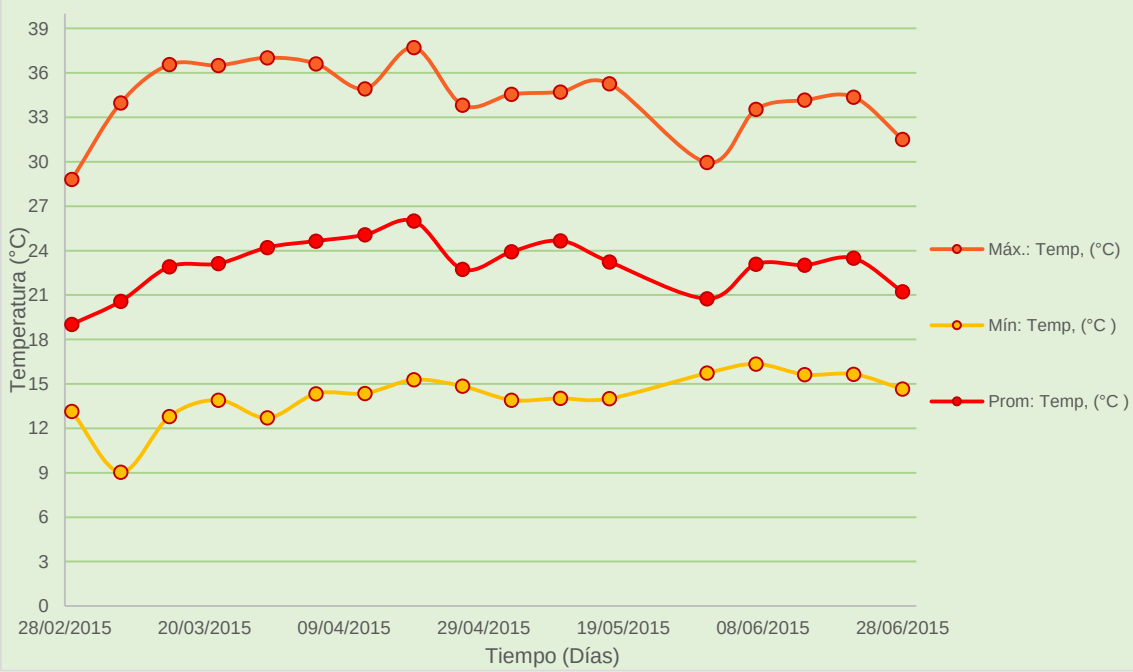


Gráfico 21. Temperaturas: máxima, mínima y promedio del año 2015.

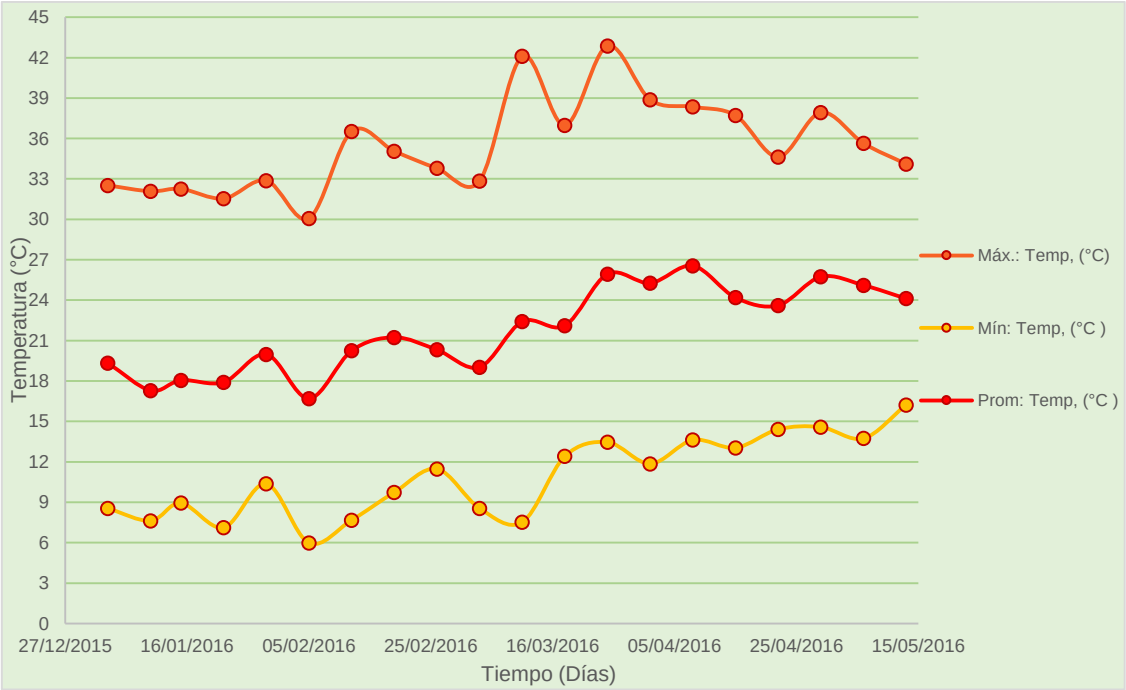


Gráfico 22. Temperaturas: máxima, mínima y promedio del año 2016.

Humedad relativa

Durante el periodo comprendido entre marzo y junio del año 2015, la humedad relativa mínima y máxima registradas fue de 15%HR y 100%HR respectivamente, mientras que la humedad relativa promedio de este periodo fue de 57%HR.

En el periodo comprendido entre los meses de enero a mayo del año 2016, la humedad relativa mínima registrada fue de 15%HR y la máxima registrada durante este periodo fue de 100%HR, mientras que el promedio de humedad relativa durante este periodo fue igual a 47%.

En los gráficos 23 y 24 podemos observar el comportamiento de la humedad relativa en ambos periodos (2015 y 2016). En el periodo perteneciente al año 2015, se puede observar un ligero aumento de humedad relativa a finales del mes de abril y durante todo el mes de mayo, a diferencia del periodo correspondiente al año 2016,

en donde se observó que la humedad relativa fue en declive durante este periodo, además de presentarse porcentajes menores de humedad relativa promedio al promedio de humedad relativa del periodo del año 2015.

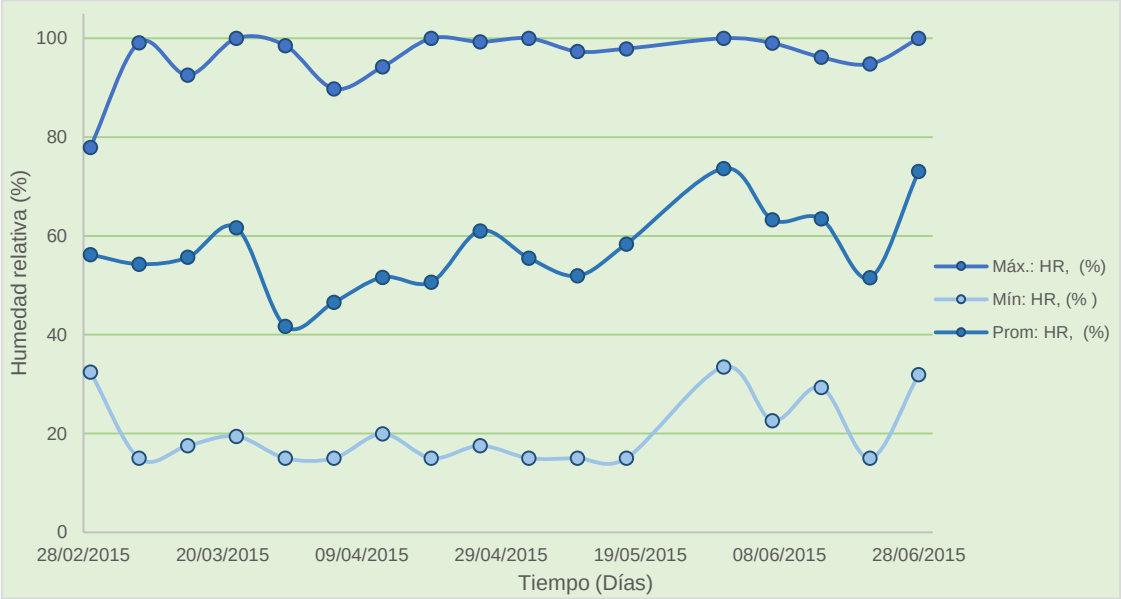


Gráfico 23. Humedad relativa: máxima, mínima y promedio del año 2015.

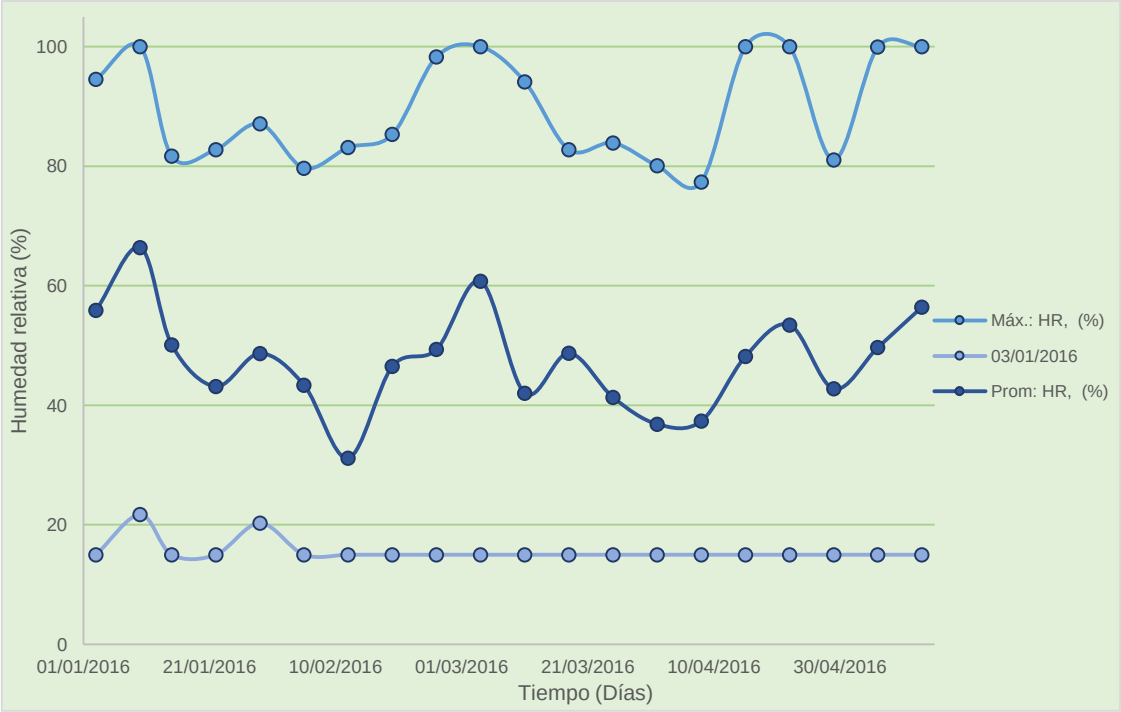


Gráfico 24. Humedad relativa: máxima, mínima y promedio de la temporada 2016.

INTEGRACIÓN DE RESULTADOS

La producción de las estructuras reproductivas de la temporada 2015 fueron las siguientes: la producción de primordios estuvo influenciada por el cultivar de pitaya, longitud de la rama, orientación de la aréola y la interacción entre la longitud del brazo y la orientación de la aréola; la producción de botones estuvo influenciada por la longitud de la rama y por la orientación de la aréola; la producción de flores y frutos presentó efecto de longitud del brazo (cuadro 32).

La producción 2016, fue diferente a la producción del año anterior, la producción de primordios presentó efectos de longitud de la rama y de orientación de la aréola, mientras que la producción de botones, flores y frutos estuvo influenciada por la orientación de la aréola, produciendo un mayor número de estructuras reproductivas en orientaciones sur (cuadro 32).

La producción de los diferentes años presentó cambios en las tasas de cambio de las distintas etapas. Con esto se puede constatar que la producción de estructuras reproductoras depende tanto de factores intrínsecos (longitud de la rama) como de factores extrínsecos (orientación de la aréola) de la planta.

Al presentarse temperaturas estables, se presentaron efectos de longitud del brazo en la producción de las estructuras reproductivas en el año 2015, por tanto, podemos notar que la producción de estructuras reproductivas dependió de la propia planta, a diferencia del año 2016 en donde la temperatura fue en aumento y se presentó únicamente efecto de la orientación de la costilla, lo cual es un reflejo de que la planta está respondiendo a los estímulos ambientales.

Cuadro 32. Factores que tuvieron diferencias significativas en la producción de estructuras reproductivas de las temporadas 2015 y 2016, así como de la comparación entre las temporadas 2015 y 2016.

Estructuras reproductivas/ Temporadas	**2015**	**2016**	**COMPARACION ENTRE AÑOS**
PRIMORDIOS	Cultivar (F=4.09, p=0.0566) Longitud (F=10.93, p=0.0035) Orientación (F=12.89, p=0.0018) Longitud*Orientación (F=7.92, p=0.0107)	Cultivar Longitud (F=11.61, p=0.0028) Orientación (F=68.49, p<0.0001)	Cultivar (F=4.60, p=0.0445), Longitud (F=13.08, p=0.0017) Orientación (F=71.39, p<0.0001) Orientación*Año (F=32.19, p<0.0001) Cultivar*Orientación*Año (F=4.42, p=0.0485)
BOTONES	Longitud (F=11.67, p=0.0027) Orientación (F=5.70, p=0.0269)	Orientación (F=20.60, p=0.0002)	Longitud (F=6.26, p=0.0211) Orientación (F=23.31, p=0.0001) Año (F=5.34, p=0.0317), Orientación*Año (F=7.03, p=0.0153)
FLORES	Longitud (F=10.99, p=0.0035)	Orientación (F=13.67, p=0.0014)	Longitud (F=6.43, p=0.0197) Orientación (F=12.54, p=0.0021) Año (F=7.17, p=0.0145) Orientación*Año (F=8.28, p=0.0093)
FRUTOS	Longitud (F=11.08, p=0.0033)	Orientación (F=13.29, p=0.0016) Cultivar*Longitud	Longitud (F=6.07, p=0.0229) Orientación (F=10.69, p=0.0038) Año (F=8.27, p=0.0094) Cultivar*Longitud Orientación*Año (F=10.06, p=0.0048)

Los parámetros químicos de calidad de los frutos en madurez de consumo de la temporada 2015 resultó ser explicada por los factores cultivar, longitud de la rama y orientación de la costilla; la cantidad de sólidos solubles totales estuvo influenciada por el cultivar de pitaya y la longitud del brazo. El pH estuvo influenciado por el cultivar de pitaya, orientación de la costilla y la interacción entre la cultivar de pitaya y la longitud de la rama. La acidez total titulable fue influenciada por el cultivar de

pitaya, orientación de la costilla y la interacción entre el cultivar de pitaya y la longitud del brazo. La variable sabor sólo presentó efecto de cultivar de pitaya (cuadro 33).

La calidad de los frutos de la temporada de producción 2016, fue diferente, debido a que ninguno de los factores tuvo efectos sobre los parámetros de calidad de los frutos maduros (cuadro 33).

Cabe mencionar que la producción de frutos maduros durante estas dos temporadas se presentó de manera tardía, debido a que las temperaturas fueron menores a los 40 °C, en donde se espera que las enzimas de la maduración del fruto se activen.

La diferencia en la calidad del fruto de ambas temporadas se puede explicar por la menor humedad relativa existente en el ambiente durante los meses de desarrollo del fruto de la temporada 2016, a diferencia de la temporada 2015, en dónde se presentaron mayores porcentajes de humedad relativa durante los meses de abril y mayo, en los cuales ocurrió el desarrollo de los frutos.

Cuadro 33. Factores que tuvieron diferencias significativas para cada uno de los parámetros químicos de la calidad de los frutos de la temporada 2015 y de la comparación entre las temporadas 2015 y 2016. En 2016 no hubo diferencias significativas.

Parámetros de calidad/ Temporadas	**2015**	**COMPARACIÓN ENTRE TEMPORADAS**
SST	Cultivar (F=65.98, p<0.0001) Longitud (F=9.76, p=0.0065)	Cultivar (F=19.28, p=0.0003)
pH	Cultivar (F=51.98, p<0.0001) Orientación (F=4.99, p=0.0402) Cultivar*Longitud (F=4.99, p=0.0402)	Cultivar (F=17.79, p=0.0004) Cultivar*Longitud (F=5.51, p=0.0293) Año (F=15.84, p=0.0007) Cultivar*Año (F=5.41, p=0.0306)
ACIDEZ TITULABLE	Cultivar (F=12.78, p=0.0025) Cultivar*Longitud (F=4.23, p=0.0564) Orientación (F=5.67, p=0.0299)	Cultivar (F=8.28, p=0.0093) Orientación (F=4.59, p=0.0447) Cultivar*Orientación (F=7.05, p=0.0152) Año (F=4.17, p=0.0545)
SABOR	Cultivar (F=11.47, p=0.0038)	Cultivar (F=14.07, p=0.0013) Año (F=6.39, p=0.0199)

DISCUSIÓN

Producción de estructuras reproductivas

La producción de las estructuras reproductivas es uno de los elementos más importantes para la reproducción de la planta y también tiene una importancia en los aspectos productivos de las cactáceas cuyos frutos son comestibles, de ahí que resulte importante encontrar los elementos que influencian dicha producción. En realidad, son pocos los trabajos que, en la pitaya de mayo (*Stenocereus pruinosus*), se han abocado a entender el papel de los elementos medio ambientales y de los internos en la producción y paso de cada una de las etapas de las estructuras hasta llegar a fruto. La mayoría de trabajos existentes de la especie *S. pruinosus* se enfocan en describir anatómicamente a los individuos y/o frutos para su selección y clasificación (Gibson y Horak, 1978; Gibson y Nobel, 1986; Armella y Yáñez, 1997; Jiménez-Pérez, 1998; Mercado y Granados, 1999; Armella *et al.*, 2000; López *et al*., 2000; Luna-Morales y Aguirre, 2001; Luna-Morales *et al.*, 2001; Ceballos, 2003; Arreola-Nava y Terrazas, 2003; Terrazas *et al*., 2003; Yáñez *et al.*, 2004; Esquivel, 2004; Terrazas *et al.*, 2005; Luna-Morales, 2006; Paredes-Flores *et al.*, 2007; Parra *et al.*, 2008; Guillén *et al.*, 2009; Rosales-Bustamante *et al.*, 2009; Yáñez *et al.*, 2009; Parra *et al.*, 2010; Flores *et al.*, 2012; García-Cruz *et al.*, 2012; Parra *et al.*, 2012; García-Cruz *et al.*, 2013; Hernández-Valencia *et al.*, 2016; Serrano, 2015; Yáñez *et al.*, 2016).

En este estudio quedó de manifiesto la importancia relativa de los factores internos y externos, la cual puede variar entre años de producción. En los resultados del presente trabajo encontramos dicha variación. La producción de estructuras

reproductivas del año 2015 estuvo influenciada por el cultivar de pitaya, longitud de la rama, orientación de la costilla y la interacción entre la longitud del brazo y la orientación de la costilla, mientras que la producción de la misma estructura en la temporada 2016 fue explicada por la longitud de la rama y por la orientación de las aréolas. La producción de botones de la temporada 2015 estuvo influenciada por la longitud del brazo y por la orientación de la costilla, a diferencia de la temporada 2016 en la que el factor que importante en la producción de botones fue la orientación de la costilla; la producción de flores y frutos de la temporada 2015 presentó efecto de la longitud de la rama, a diferencia de la temporada 2016 que el único factor que explicó la producción de dichas estructuras fue la orientación de las costillas (cuadro 32).

Yáñez *et al*. (2004) reportan una relación entre el tamaño de la planta y la producción de frutos, indicando que las plantas de una longitud cercana a los 2.5 metros producen más frutos que aquellas de ramas largas, esto de alguna manera coincide con los resultados de los años 2015 y 2016, en los cuales los brazos superiores a los 2.00 metros producen mayor número de primordios, así como también, durante la temporada 2015 las ramas largas produjeron un mayor número de botones, flores y frutos en comparación de las estructuras reproductivas producidas en los brazos largos en la temporada 2016. Quizá cuando la longitud de la rama excede este tamaño, la distancia que deben de recorrer los nutrientes es mayor y el brazo en sí reduce su capacidad de producir las aréolas o bien reduce su capacidad para fomentar el paso entre las diferentes categorías.

Campos-Rojas *et al*. (2011) estudiaron cuatro fenotipos de pitaya silvestre (*Stenocereus spp.*) evaluando la cantidad de brotes por rama, así como el número

de frutos por brazo dependiendo de la longitud de las plantas, encontrando que la producción de brotes fue mayor en la pitaya “amarilla” la cual presentó la mayor longitud de la rama, sin embargo, en cuanto al número de frutos por rama no tuvieron diferencias significativas. Las plantas utilizadas en este trabajo presentaron longitudes entre 1.00 m y los 2.5 m, mientras que las plantas de pitaya silvestre utilizadas por Campos-Rojas *et al*. (2011) fueron de ramas con longitud mayor a 4.5 metros, por lo cual los resultados aquí presentados coinciden parcialmente con los resultados presentados por Campos-Rojas *et al*. (2011) debido a que en la temporada 2015 no sólo se encontraron diferencias significativas en la producción de primordios dependiendo de la longitud de la rama, produciéndose mayor cantidad de primordios en los brazos largos que en el grupo de pitaya de mayo (*S. pruinosus*) de ramas cortas; sino también, encontramos que hubo mayor producción de botones, flores y frutos en los pitayos de brazos largos.

En el trabajo de Rosas (2010), los análisis de la orientación de las estructuras reproductivas de *M. geometrizans* muestran que la mayor cantidad de estructuras reproductivas se produjeron en ramas con orientación sur tanto en la población de la ladera norte como en la población de la ladera del sur. El autor atribuye esta mayor producción a las temperaturas más altas y los niveles más altos de humedad relativa. Aguilar-Gastelum y Molina-Freaner (2015) estudiaron dos poblaciones diferentes de *Pachycereus pecten-aboririginum* del estado de Sonora, en donde las flores de los individuos de las poblaciones observadas mostraron una orientación significativa hacia el sur.

Los resultados de la producción de estructuras reproductivas reportados por Rosas (2010), Aguilar-Gastelum y Molina-Freaner (2015) coinciden parcialmente con lo

observado en este trabajo debido a que únicamente en la temporada 2016 hubo mayor producción de estructuras reproductivas en aquellas costillas de exposición sur, sin embargo, en el trabajo de Rosas (2010) cabe la duda de si la anatomía de *M. geometrizans* influye en sus resultados, debido a que la sombra que se generan los brazos entre sí es lo que produciría un sesgo en esta apreciación. Cabe señalar que en la pitaya de mayo (*S. pruinosus*) las ramas de las plantas no se hacen sombra entre ellos, esto debido a que tienen un número de brazos menor al existente en *M. geometrizans* y es una especie que ramifica desde la base, a diferencia del garambullo.

Los resultados de la temporada 2016 concuerdan con los resultados de la producción diferencial de flores de la especie *P. pecten-aboriginum* vistos por Aguilar-Gastelum y Molina-Freaner (2015).

La tendencia de mayor producción de estructuras reproductoras en aréolas de orientación sur, no resultó significativa en la temporada 2015, pero sí lo fue en la temporada 2016.

Se ha manejado que las plantas de producción de frutas tienen años de mayor producción, “llamados años de carga” y años de menor producción o “años de descarga”, a este fenómeno se le conoce como “Alternancia” (Luna-Morales y Aguirre, 2001) y puede ser uno de los factores que produce la diferencia significativa en la producción de estructuras reproductivas entre la temporada 2015 y 2016. Al realizar el análisis global, en la temporada 2016 hubo una producción mayor de botones, flores y frutos comparada con la producción de 2015, lo que refuerza la teoría de la alternancia para *S. pruinosus.*

De acuerdo con Lomelí-Mijes y Pimienta-Barrios (1993), y Sahley (1996) una de las causas que provoca la disminución de la producción de frutos de cactáceas columnares puede estar asociada a la exposición a bajas temperaturas en los primeros estadios de diferenciación floral. Al comparar las temperaturas de la temporada 2015 y 2016, se puede notar un aumento de temperatura en ésta última, presentándose menores temperaturas en la temporada 2015 (gráficos 21 y 22), por lo que los resultados en *S. pruinosus* parecerían apoyar esta teoría.

Parámetros químicos de calidad de los frutos maduros de *Stenocereus pruinosus*

La importancia de los factores internos y externos de la planta explicaron de manera diferente los parámetros químicos de la calidad de los frutos, los cuales variaron entre los frutos de las dos temporadas estudiadas.

El estudio de los parámetros químicos de calidad del fruto de la pitaya de mayo (*Stenocereus pruinosus*) en el área de fisiología postcosecha de frutos resulta básico e importante para el procesamiento de los frutos, los valores reportados por Rosales-Bustamante *et al*. (2009), García-Cruz *et al*. (2013), Serrano (2015), Sánchez-Díaz y Castillo (2009), de sólidos solubles totales van desde los 9.1 y los 12.9 °Brix; el pH reportado previamente está entre 4 y 6.04; la cantidad de miliequivalentes de ácidos varió ente los 0.07 y 1.09 meq de ácidos. En general los frutos de pitaya de mayo (*S. Pruinosus*) medidos en este estudio presentaron los siguientes parámetros de calidad una cantidad de sólidos solubles totales entre 10.8 y 12.75 ºBrix, un pH que varió entre 4.5 y 6.25, en cuanto a la acidez titulable los

frutos tuvieron entre 0.6 y 3.38 miliequivalentes de ácidos; el balance indicativo de sabor presentó valores entre 5.90 y 16.25, explicado por la relación Brix/meq de ácidos. Lo cual indica que los resultados del presente trabajo estuvieron cercanos a los valores reportados por Rosales-Bustamante *et al*. (2009), García-Cruz *et al*. (2013), Serrano (2015) y Sánchez-Díaz y Castillo (2009).

Existen estudios explicando la calidad de los frutos en madurez fisiológica dependiendo de la calidad y cantidad de la luz bajo la cual están expuestos en su desarrollo. Sin embargo, estos estudios se han realizado en frutos cuyo crecimiento ocurre en plantas con hábito de vida diferente al de la pitaya de mayo.

Kasperbauer (1971); Noè y Eccher (1996); Awad *et al*. (2001) y Hunter y Archer (2002) encontraron que diferentes longitudes de onda se filtran a lo largo del dosel, siendo posiblemente este diferencial de calidad en la luz el responsable de las variaciones que se presentan en los frutos dentro del árbol. Si bien esto no es aplicable a las pitayas, sí puede apoyar la idea de que el fruto puede cambiar su composición química y por tanto su sabor dependiendo de su orientación en la rama, particularmente en la orientación sur.

Martínez-Vega, *et al.* (2008), evaluaron el efecto de la posición del fruto en el árbol de feijoa cv. Quimba en donde encontraron que el peso fresco del fruto fue mayor en el cuadrante medio externo al igual que lo fue la relación de madurez en el superior; mientras el porcentaje de masa seca, el pH, la concentración de SST y la ATT no se vieron mayormente afectadas por la posición del fruto, sin embargo, observaron que los frutos del cuadrante medio externo presentaron buenas

características en general, y observaron también que los frutos del cuadrante superior mostraron mayor madurez pero menor peso.

Los parámetros de calidad de los frutos de pitaya de mayo (*S. pruinosus*) de la temporada 2015, vistos como la cantidad de sólidos solubles totales (expresados en °Brix), pH, acidez titulable (expresada en mEq de ácidos) y sabor (el cual es la relación de SST/ acidez titulable) coinciden con los resultaos reportados por Martínez-Vega *et al.* (2008), siendo más dulces los frutos de pitaya de mayo (*S. pruinosus*) del cultivar “Roja” en comparación con los frutos del cultivar “Jarro”.

Los parámetros de calidad de los frutos son mejores en aquellos frutos que se producen en zonas en donde la calidad y cantidad de la luz es mayor, por tanto, en orientaciones sur existe una mayor irradiación solar, lo que contribuye que se tengan frutos de mayor calidad comparados con frutos producidos en orientaciones norte.

La calidad de los frutos de la temporada de producción 2016, fue homogénea, no encontrándose efecto de los factores analizados, esto pudo deberse a aspectos climáticos como la temperatura.

La maduración es un proceso que involucra una serie de eventos fisiológicos, físicos, químicos y sensoriales que se presentan durante la transformación de un fruto fisiológicamente maduro, pero no comestible, en uno con apariencia, textura, aroma y sabor agradables que lo hacen apto para ser consumido. La temperatura tiene un efecto directo en el proceso de maduración, a mayor temperatura, la actividad respiratoria es mayor, es decir, cuando la velocidad de la actividad respiratoria aumenta, el proceso de maduración se acelera (Bosquez *et al*., 2015)

La producción de frutos maduros durante estas dos temporadas se presentó de

manera tardía, probablemente debido a que las temperaturas fueron menores que las necesarias para el aceleramiento de la maduración.

La diferencia en la calidad del fruto de ambas temporadas se puede explicar por la temperatura y la humedad ambiental relativa. En cuanto a la temperatura, en la temporada 2015 ésta fue menor y estable (a pesar de las oscilaciones) que la temperatura de la temporada 2016, la cual fue en aumento durante dicho periodo. Hubo porcentajes menores de humedad relativa existente en el ambiente durante los meses de desarrollo del fruto de la temporada 2016, a diferencia de la temporada 2015, en dónde se presentaron mayores porcentajes de humedad relativa durante los meses de abril y mayo, en los cuales ocurrió el desarrollo de los frutos. No se encontraron datos en la literatura que ayuden a entender estos procesos en pitaya.

Los resultados aquí presentados ayudarán a mejorar los procesos de producción de la pitaya de mayo (*Stenocereus pruinosus*) que actualmente se encuentra bajo explotación, así también como recomendación práctica podemos determinar que los frutos producidos en costillas orientadas al sur requieren de mayor protección de la depredación, principalmente la ocasionada por las aves debido a que los frutos producidos en las costillas con orientación sur son frutos cuyos parámetros químicos de calidad los hacen frutos más apetecibles que aquellos producidos en orientación norte.

CONCLUSIONES

• Al llevar a cabo cada uno de los objetivos pudimos responder a las preguntas de investigación planteadas inicialmente en el presente estudio.

• Al cumplir con los objetivos planteados en el presente trabajo, se pudieron responder a las preguntas de investigación planteadas.

• Para la producción de restructuras reproductivas, la hipótesis 1 se cumplió en la temporada 2016, en donde se observó que:

- Las estructuras se desarrollan mejor y en mayor número en la orientación sur, relacionada a la mayor exposición a la radiación solar.

• La hipótesis 2 se cumplió parcialmente en la temporada 2015, en donde se observó que:

- Para los tamaños de brazo considerados, las ramas largas presentaron mayor producción de estructuras reproductivas a diferencia de las ramas más pequeñas.

• La producción de estructuras reproductivas de pitaya se ve influenciada por la orientación de las aréolas y por la longitud de la rama, sin embargo, estos efectos pueden cambiar de año a año. Con esto concluimos que existe una interacción de tipo antagónica entre la irradiación solar y el tamaño de la rama.

• Los parámetros químicos de calidad del fruto en madurez fisiológica asociados cambian también:

- Los frutos producidos en aréolas de orientación sur presentaron niveles de pH mayores y niveles de ATT menores que los frutos maduros producidos al norte.

- En la temporada 2015, los frutos con mayor cantidad de SST se produjeron en ramas largas.

• Las diferencias entre cultivares se dieron principalmente en los parámetros de calidad de los frutos en madurez de consumo que en la producción de estructuras reproductivas.

• A pesar de la importancia comercial que tiene localmente la Pitaya de Mayo es muy notoria la escasez de información disponible sobre su biología y el/los proceso(s) de producción lo que hace necesario incrementar el número de trabajos sobre ésta y otras especies relacionadas.

LITERATURA CITADA

Aguilar-Gastelum, I., & Molina-Freaner, F. (2015). Orientación de las flores de dos poblaciones norteñas de *Pachycereus pecten-aboriginum* (Cactaceae). Botanical Sciences, 93 (2): 241-247.

Andrade, J. L., De la Barrera, E., Reyes-García, C., Ricalde, M. F., Vargas-Soto, G., y Cervera, J. C. (2007). El metabolismo ácido de las crasuláceas: diversidad, fisiología ambiental y productividad. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 81(1): 37-50.

Arias, M. S., Gama, L. S., Guzmán, C. L. 1997. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.* Col. Flora de Tehuacán-Cuicatlán. Universidad Autónoma de México. 146 pp.

Armella V. M. A. y Yáñez L. 1997. R*ecursos Naturales Alternativos y la conservaciónde la Biodiversidad*. p. 205-212 En: Toledo- Ocampo. Lecciones de América Latina SEMARNAP-UAM. México.

Armella V. M. A., Yáñez L. M., Ramírez R., M., A., G. Soriano S., O. González M. y D. M. Sánchez-Díaz L. 2000. *Estudio Integral de dos productos alternativos de la Mixteca Oaxaqueña.* Memorias del II Simposium Internacional sobre la utilización de la flora silvestre de zonas áridas los días 29 y 30 de noviembre y 1 de diciembre celebrado en la Universidad de Sonora, Hermosillo Sonora.

Arreola-Nava, H. J., & Terrazas, T. (2003). Especies de *Stenocereus* con aréolas morenas: clave y descripciones. Acta Botanica Mexicana, (64):1-18.

Awad, M.A.; P.S. Wagenmakers y A. Jager. 2001. *Effects of light on flavonoid and chlorogenic acid levels in the skin of 'Jonagold' apples*. Scientia Hort. 88, 289, 298.

Bosquez, E. M., Pelayo Z. C., Yáñez, L. Ma. de L. 2015.Estudios fisiológicos y tecnología poscosecha de frutas y hortalizas. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. México, D. F. 155 pp.

Bravo-Hollis H. y Sánchez- Mejorada H. 1978. *Las cactáceas de México Vol. I.* Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 3ª. Edición.

Bravo-Hollis H. y Scheinvar L. 1999. *El interesante mundo de las cactáceas.* Fondo de cultura económica. México, D. F. 233 pp.

Campos-Rojas, E., Pinedo-Espinoza, J. M., Campos-Montiel, R. G., & Hernández-Fuentes, A. D. (2011). Evaluación de plantas de pitaya (Stenocereus spp) de poblaciones naturales de Monte Escobedo, Zacatecas. Revista Chapingo. Serie horticultura, 17(3), 173-182.

Ceballos S. R. 2003. *Potencial productivo y comercial de la pitaya de mayo Stenocereus griseus (Haworth) en la Mixteca baja*. (Tesis de licenciatura en Agronomía (Economía Agrícola)) Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.

De Cortazar, V. G., Acevedo, E., y Nobel, P. S. (1985). Modeling of PAR interception and productivity by *Opuntia ficus-indica*. Agricultural and Forest Meteorology, 34 (2-3), 145-162.

Esquivel, P. (2004). Los frutos de las cactáceas y su potencial como materia prima. Agronomía mesoamericana, 15(2), 215-219.

Figueroa-Castro, D. M., & Valverde, P. L. (2011). Flower orientation in *Pachycereus weberi* (Cactaceae): effects on ovule production, seed production and seed weight. Journal of Arid Environments, 75(11), 1214-1217.

Flores M. Y. M., T. D. J., Trujillo, R., y Cervantes, M. C. 2012. Aptitud agroecológica para el cultivo de *Stenocereus pruinosus* y *S. stellatus* (Cactaceae) en la Mixteca Poblana, México. Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas, 9:37-43.

García-Cruz, L., Salinas-Moreno, Y., & Valle-Guadarrama, S. (2012). Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitaya de mayo (*Stenocereus griseus* H.). Revista fitotecnia mexicana, 35(SPE. 5), 01-05.

García-Cruz, L., Valle-Guadarrama, S., Salinas-Moreno, Y., & Joaquín-Cruz, E. (2013). Physical, chemical, and antioxidant activity characterization of pitaya (*Stenocereus pruinosus*) fruits. Plant foods for human nutrition, 68(4), 403-410.

Geller, G. N. y Nobel, P. S. 1986. *Branching patterns of columnar cacti: influences of PAR interception and CO2 uptake*. American Journal of Botany 73: 1193-1200.

Gibson A. y K. E. Horak. 1978. *Systematic anatomy and phylogeny of Mexican columnar cacti.* Ann. Missouri Botanical Garden. 65: 999-1097.

Gibson A. y P. Nobel. 1986. *The cactus primer*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 286 Pp.

González, M. y J. Cuevas. 2008. *Optimal crop load and positioning of fruit in cherimoya (Annona cherimola Mill.) trees*. Scientia Hort. 115(2), 129-134. Gross, J. 1987*. Pigments in fruits*. Academic Press, London.

Guillén, S., Benítez, J., Martínez-Ramos, M., & Casas, A. (2009). Seed germination of wild, in situ-managed, and cultivated populations of columnar cacti in the

Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. Journal of Arid Environments, 73(4), 407-413.

Heinicke, D.R. 1966. *Characteristics of 'McIntosch' and 'Red Delicious' apples as influenced by exposure to sunlight during the growing season*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89, 10-13.

Hernandez-Valencia, C. G., Shirai, K., Mejía, P., Blanco, S., Guerrero, A. R., López, M., & Escalona, H. (2016). Postharvest Preservation of Cactus Fruits (*Stenocereus pruinosus* and *Stenocereus stellatus*) Produced in Semidesertic Area of Oaxaca by Biopolymer Coatings. International Journal of Interdisciplinary Social Sciences: Annual Review, 11.

Hinze, J. 2007. NCSS. NCSS, LLC. Kaysville, Utah. www.ncss.com.

Hulme, A. C. 1970.The biochemistry of fruits and their products. Vol. I. Academic press. 620 Pp.

Hunter, J.J. y E. Archer. 2002. *Papel actual y perspectivas futuras de la gestión del follaje.* En: ACE Revista de Enología, http://www.acenologia.com/ciencia59_2.htm; consulta: 25 octubre de 2015.

Jiménez-Pérez J. L., J. G. Martínez-Ávalos, C. E. González-Romo y J. Vega-Pérez. 1998. *Propagación del "Pitayo" Stenocereus griseus.* En: Fleming, T. H., y Valiente-Banuet, A. (2002). *Columnar cacti and their mutualists: evolution, ecology, and conservation.* University of Arizona Press.

Kasperbauer, M.J. 1971. *Spectral distribution of light in a tobacco canopy and effects of end-of-day light quality on growth and development*. Plant Physiol. 47, 775-778.

Little M., T., Hills, J. F. 1983. *Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura.* Ed. Trillas., México, D.F. Pp. 270.

Lomeli Mijes, E., & Pimienta Barrios, E. (1993). Demografía reproductiva del pitayo (*Stenocereus queretaorensis* (Web.) Buxbaum). (Reproductive demography of pitayo.) Cact. Suc. Mex. 38 (1): 13-20 (1993)-illus. Sp (En) Icones. Reproductive biology. Geog, 4.

López, G. R., Díaz, P. J., & Flores, M. G. (2000). Propagación Vegetativa de tres Especies de Cactáceas: pitaya (Stenocereus griseus), tunillo (*Stenocereus stellatus*) y jiotilla (*Escontria chitilla*). Agrociencia, 34(3), 363-367.

Luna-Morales C. C., R. Aguirre J. R. 2001. *Variación morfólogica del fruto y domesticación de Stenocereus pruinosus (otto) buxb. y S. stellatus (pfeiff.) riccob. (Cactaceae) en la mixteca baja, méxico*. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 24 (2): 213 – 221.

Luna-Morales C. C., R. Aguirre J. R., C. Peña. 2001. *Cultivares tradicionales mixtecos de Stenocereus pruinosus y S. stellatus (Cactaceae).* Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica. Vol. 72 (2): 131-155.

Luna-Morales C. C. 2006. Clasificación y ordenación morfológica del fruto de variantes cultivadas de pitaya [Stenocereus pruinosus (Otto) Buxb.] en la Mixteca Baja. México. Rev. Chapingo S. Hort, 12, 245-250.

Martínez, M. 1979. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. FCE. México. 1247 Pp.

Martínez-Vega, R. R., Fischer, G., Herrera, A., Chaves, B., & Quintero, O. C. (2008). *Características físico-químicas de frutos de feijoa influenciadas por la*

posición en el canopi. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2(1), 21-32.

Mercado, B. A., Granados, S. D. 1999. *La pitaya (Tribu Pachycereae) biología, ecología, fisiología, sistemática, etnobotánica*. 1ª edición. Universidad Autónoma Chapingo, México. Pp 194.

Nobel, P. S. 1981. *Influences of photosynthetical active radiation on cladode orientation, stem tilting, and height of cacti*. Ecology 62: 982-990.

Noè, N. y T. Eccher. 1996. *'Golden Delicious' apple fruit shape and russeting are affected by light conditions.* Scientia Hort. 65, 209-213.

Paredes-Flores, M., Lira Saade, R., & Dávila Aranda, P. D. (2007). Estudio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. Acta botánica mexicana, (79), 13-61.

Parra, F., Pérez-Nasser, N., Lira, R., Pérez-Salicrup, D., & Casas, A. (2008). Population genetics and process of domestication of Stenocereus pruinosus (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, México. Journal of Arid Environments, 72(11), 1997-2010.

Parra, F., Casas, A., Peñaloza-Ramírez, J. M., Cortés-Palomec, A. C., Rocha Ramírez, V., & González-Rodríguez, A. (2010). Evolution under domestication: ongoing artificial selection and divergence of wild and managed Stenocereus pruinosus (Cactaceae) populations in the Tehuacán Valley, Mexico. Annals of Botany, 106(3), 483-496.

Parra, F., Blancas, J. J., & Casas, A. (2012). Landscape management and domestication of Stenocereus pruinosus (Cactaceae) in the Tehuacán Valley:

human guided selection and gene flow. Journal of ethnobiology and ethnomedicine, 8(1), 1.

Percival, M. S. 1955. *The presentation of pollen in certain angiosperms and its collection by Apis mellifera*. New Phytologist 54: 353-368.

Rodríguez, G., A. 2003. *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. México, D. F. 17-28Pp.

Rodríguez, M.; H.E. Arjona y J.A. Galvis. 2006. Maduración del fruto de feijoa (*Acca sellowiana Berg*) en los clones 41 (Quimba) y 8-4 a temperatura ambiente en condiciones de Bogotá. Agron. Colomb. 42(1), 68-76

Rosales-Bustamante, E. P., Luna-Morales, C. D. C., & Cruz-León, A. (2009). Clasificación y selección tradicional de pitaya (Stenocereus pruinosus (Otto) Buxb.) en Tianguistengo, Oaxaca y variación morfológica de cultivares. Revista Chapingo. Serie Horticultura, 15(1), 75-82.

Rosas G, E. M. (2010). *Efecto de la orientación preferencial sobre las estructuras reproductivas y vegetativas en Myrtillocactus geometrizans*. (Tesis de maestría en Biología). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, D.F.

Sahley, C. T. (1996). Bat and hummingbird pollination of an autotetraploid columnar cactus, *Weberbauerocereus weberbaueri* (Cactaceae). American Journal of Botany, 1329-1336.

Sánchez-Días, L. D. Ma., Castillo, O. H. N. (2009). Desarrollo y elaboración de productos diversos de pitaya como alternativa para su industrialización. En:

Yáñez, L. M. L., V. M. A. Armella, R. R. Soriano, L. D. M. Sánchez-Lima. *Estudios de tres cactáceas de la Mixteca Baja. Conocimiento para su uso sustentable.* Universidad Autónoma Metropolitana. (pp. 123-133). México, D.F.

Serrano, M. G. (2015). Estudios sobre los residuos del agua clorada en el lavado de la pitaya de mayo (*Stenocereus pruinosus*) y xoconostle dulce (*Stenocereus stellatus*). (Especialización en Biotecnología). Universidad Autònoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, D.F.

Terrazas, T., & Loza Cornejo, S. (2003). Anatomía de la madera y alometría de veinte especies de Stenocereus (Cactaceae). Anales del Instituto de Biología serie Botánica, 74(002).

Terrazas, T., Loza-Cornejo, S., & Arreola-Nava, H. J. (2005). Anatomía caulinar de las especies del género *Stenocereus* (cactaceae)/ Stem anatomy of the species of the genus *Stenocereus* (Cactaceae). Acta Botánica Venezuelica, 321-336.

Tinoco-Ojanguren, C. y Molina-Freaner, F. 2000. *Flower orientation in Pachycereus pringlei.* Canadian Journal of Botany 78: 1489-1494.

Yáñez, L. M. L., V. M. A. Armella, R. R. Soriano, G.R. Ramírez. 2004. Phenology, postharvest physiology and marketing of pitaya (*Stenocereus griseus*, L.) as a sustainable resource. Acta horticulturae 598:251-254.

Yáñez, L. M. L., V. M. A. Armella, R. R. Soriano, L. D. M. Sánchez-Lima. 2009. *Estudios de tres cactáceas de la Mixteca Baja. Conocimiento para su uso sustentable.* Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F. 201 Pp.

Yáñez-López, M. D. L., Barbosa-Martínez, C., Serrato-Díaz, A., Balderas-Morales, A., Campos-Muñiz, C., Fernández, F. J., & Armella-Villalpando, M. A. (2016). Genetic relationships between varieties of *Stenocereus pruinosus* (cactaceae) in the states of puebla and oaxaca, mexico, by means of aflp markers. Agrociencia, 50(5), 595-601.

ANEXO 1. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA TEMPORADA 2015

La toma de fotografías y la toma de datos se realizaron en las salidas a la zona de estudio durante el periodo enero - junio del año 2015.

Las fotografías tomadas de la temporada 2015 se encuentran con las características del cuadro 2.

Cuadro 2. Características de fotografías tomadas durante la temporada 2015.

Individuo(s)	Cultivar	Longitud de la rama	Orientación	No. de figura
R1, R2, R3, R4, R5, R6	Roja	Corto	sur	4, 6, 8, 10, 12, 14
			norte	5, 7, 9 11, 13, 15
R11, R12, R13, R14, R15, R16	Roja	Largo	sur	16, 18, 20, 22, 24, 26
			norte	17, 19, 21, 23, 25, 27
J1, J2, J3, J4, J5, J6	Jarro	Corto	sur	28, 30, 32 34, 36, 38
			norte	29, 31, 33 35, 37, 39
J11, J12, J13, J14, J15, J16	Jarro	Largo	sur	40, 42, 44 46, 48, 50
			norte	41, 43, 45, 47, 49, 51



Fig. 4. Individuo R1 (Roja 1), SA: Orientación sur de la costilla 1. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo, f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 - junio.



Fig. 5. Individuo R1 (Roja 1), NA: Orientación norte de la costilla 1. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo, f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12-junio.

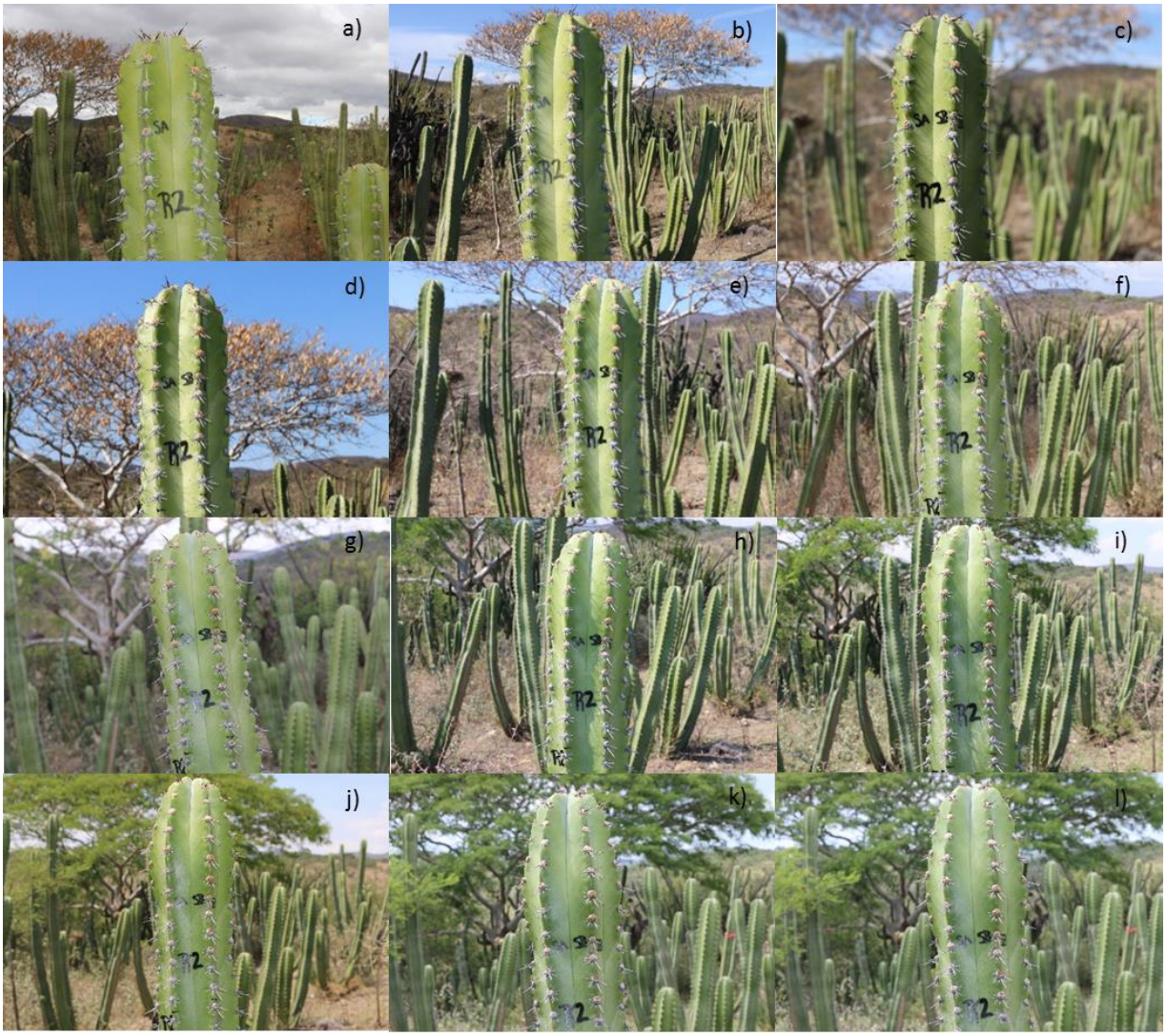


Fig. 6. Individuo R2 (Roja 2), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2.
a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo, f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12-junio.



Fig. 7. Individuo R2 (Roja 2), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12-junio.



Fig. 8. Individuo R3 (Roja 3), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12-junio.

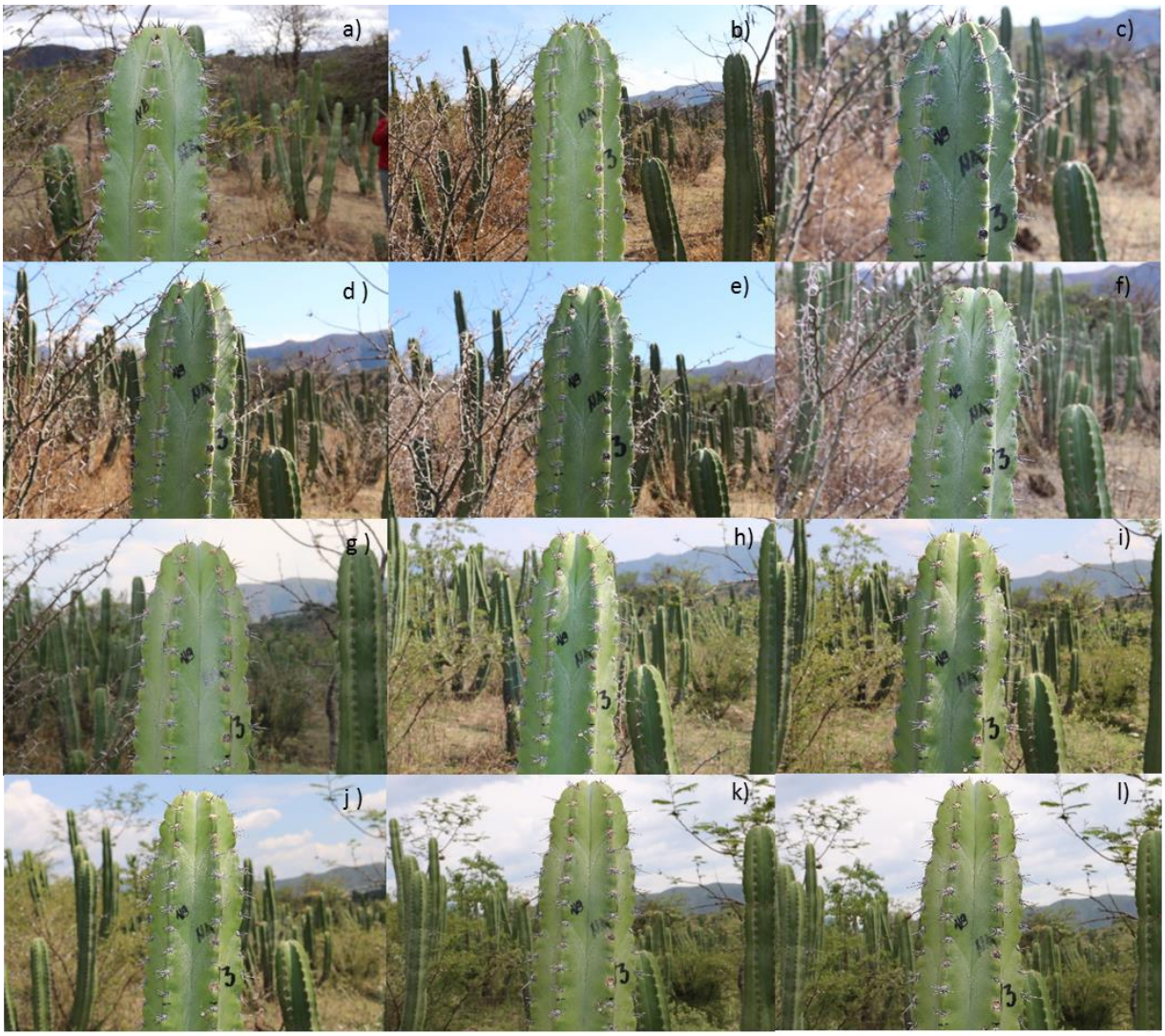


Fig. 9. Individuo R3 (Roja 3), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12-junio.



Fig. 10. Individuo R4 (Roja 4), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación su de la costilla 2.
a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12-junio.



Fig. 11. Individuo R4 (Roja 4), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12-junio.



Fig. 12. Individuo R5 (Roja 5), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2.
a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12-junio.



Fig. 13. Individuo R5 (Roja 5), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12-junio.



Fig. 14. Individuo R6 (Roja 6), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2.
a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12-junio.



Fig. 15. Individuo R6 (Roja 6), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15- mayo, k) 29-mayo, l) 12-junio.

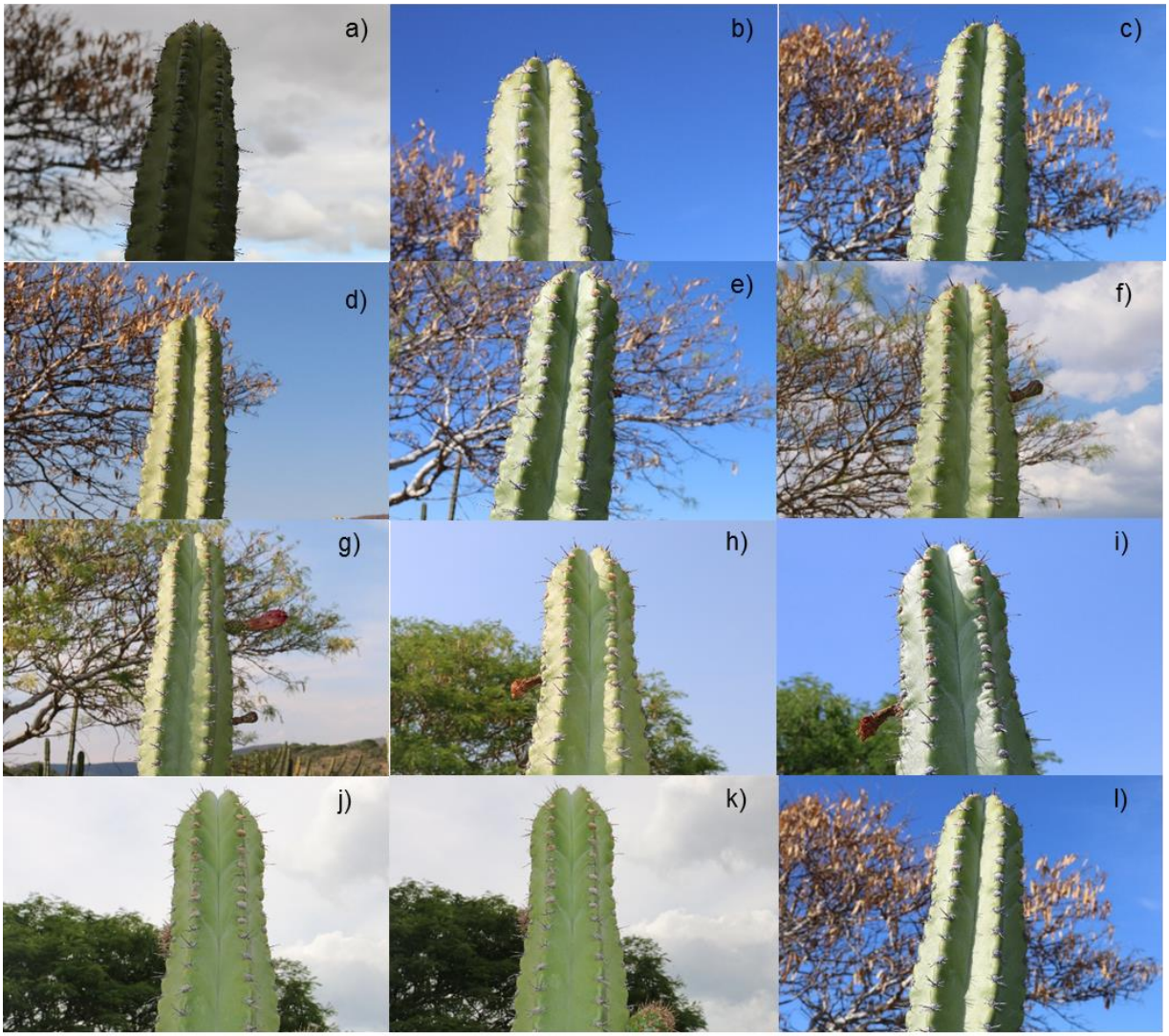


Fig. 16. Individuo R11 (Roja 11), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

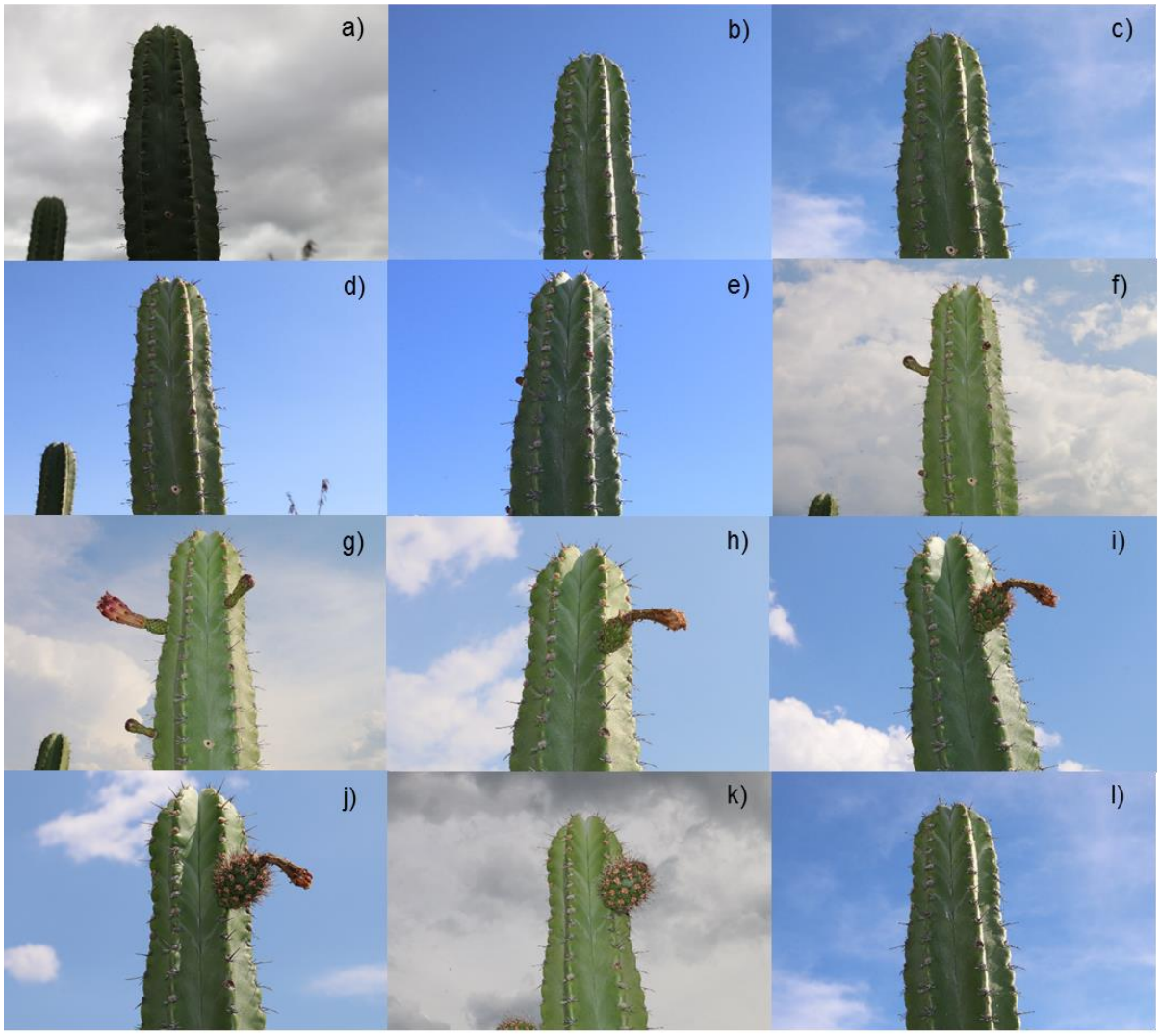


Fig. 17. Individuo R11 (Roja 11), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla derecha), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

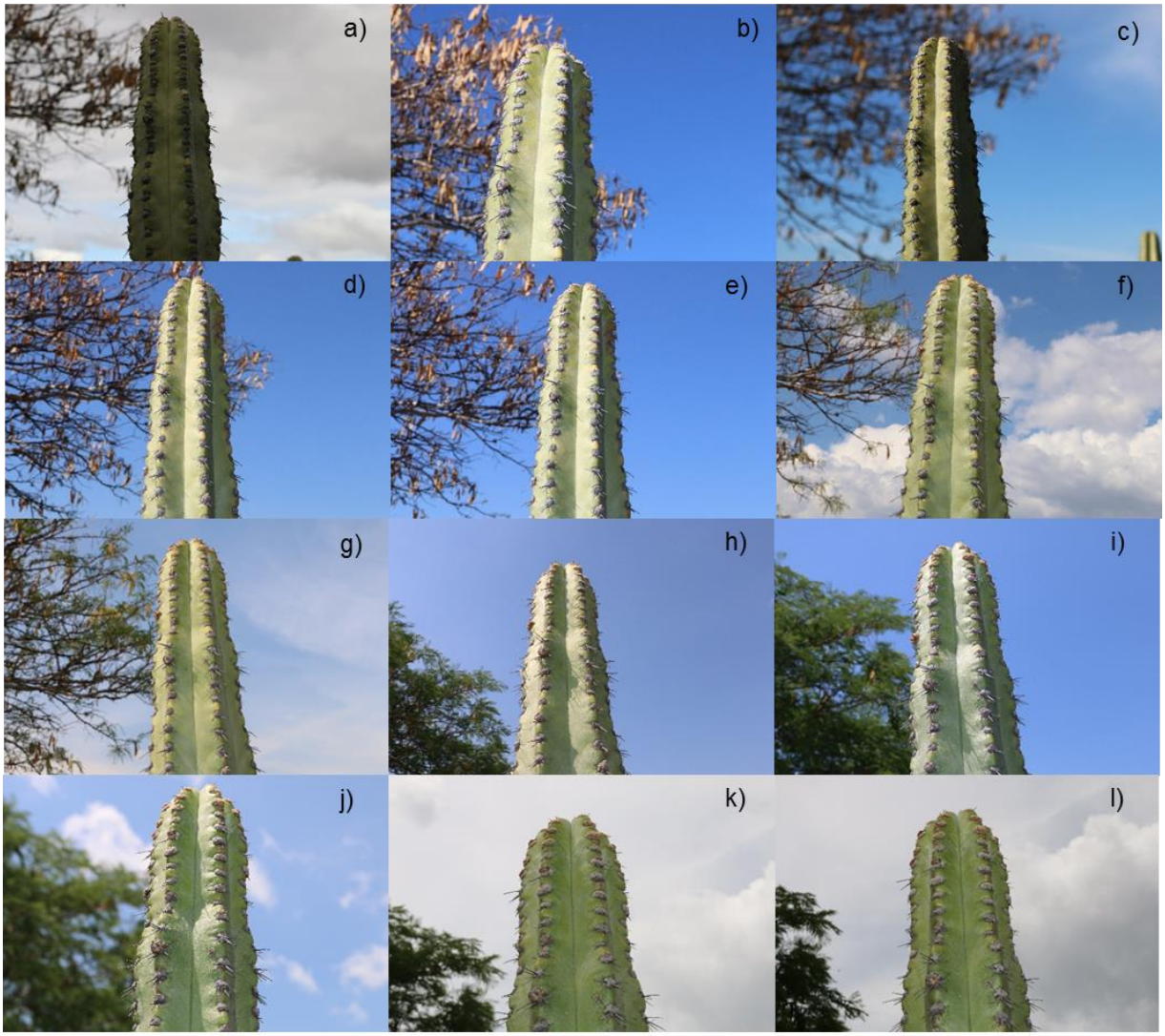


Fig. 18. Individuo R12 (Roja 12), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

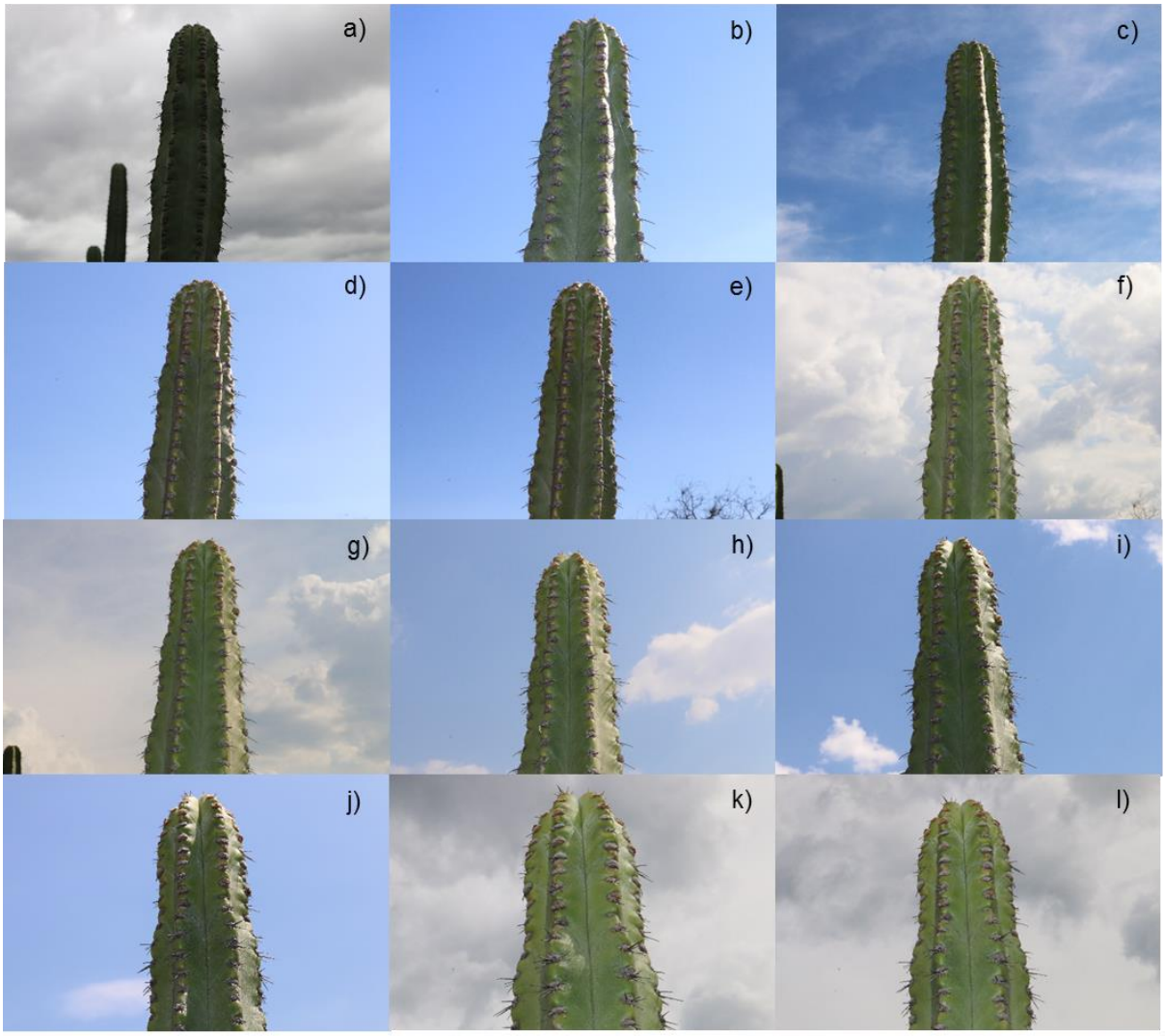


Fig. 19. Individuo R12 (Roja 12), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla derecha), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

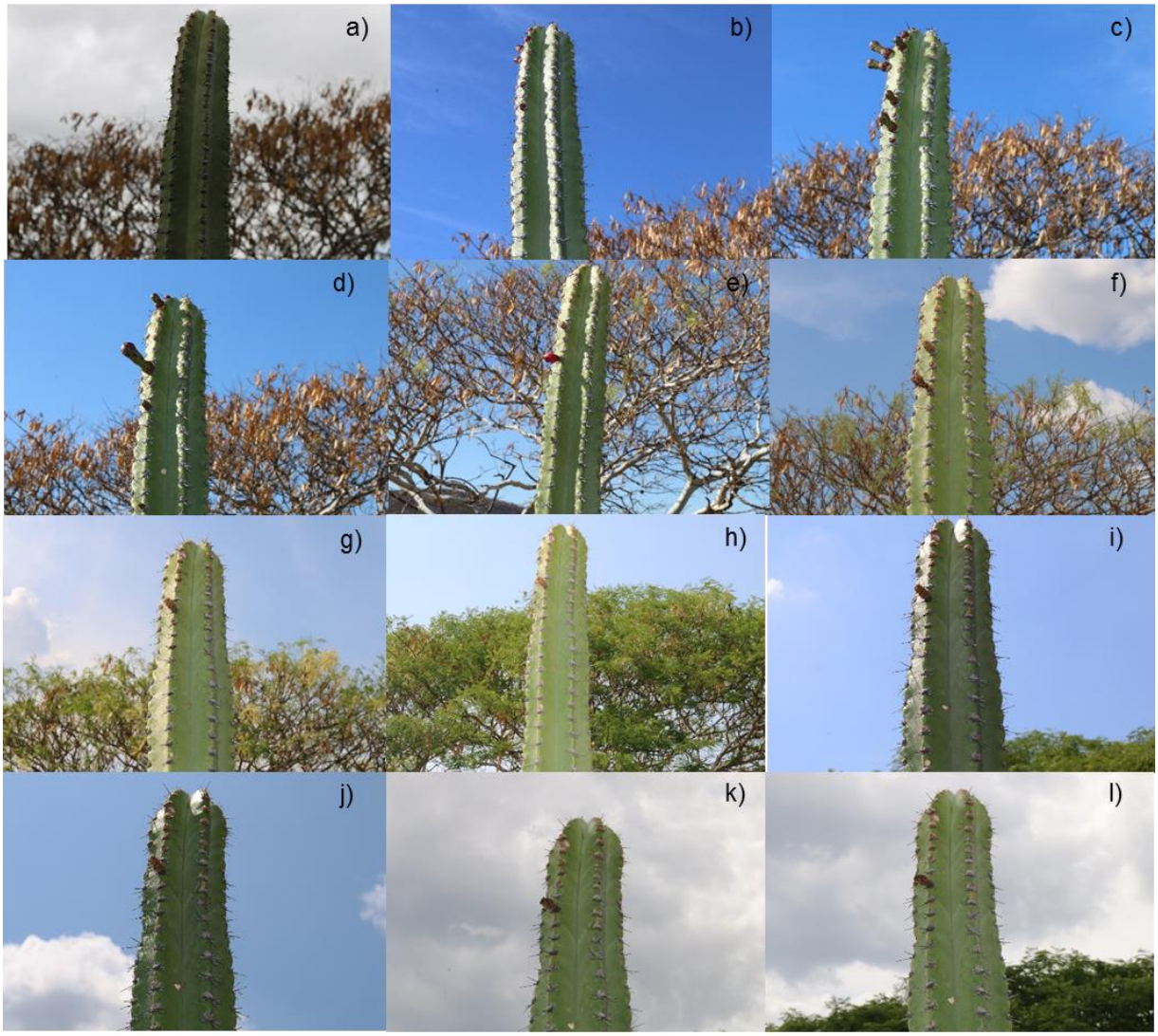


Fig. 20. Individuo R13 (Roja 13), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

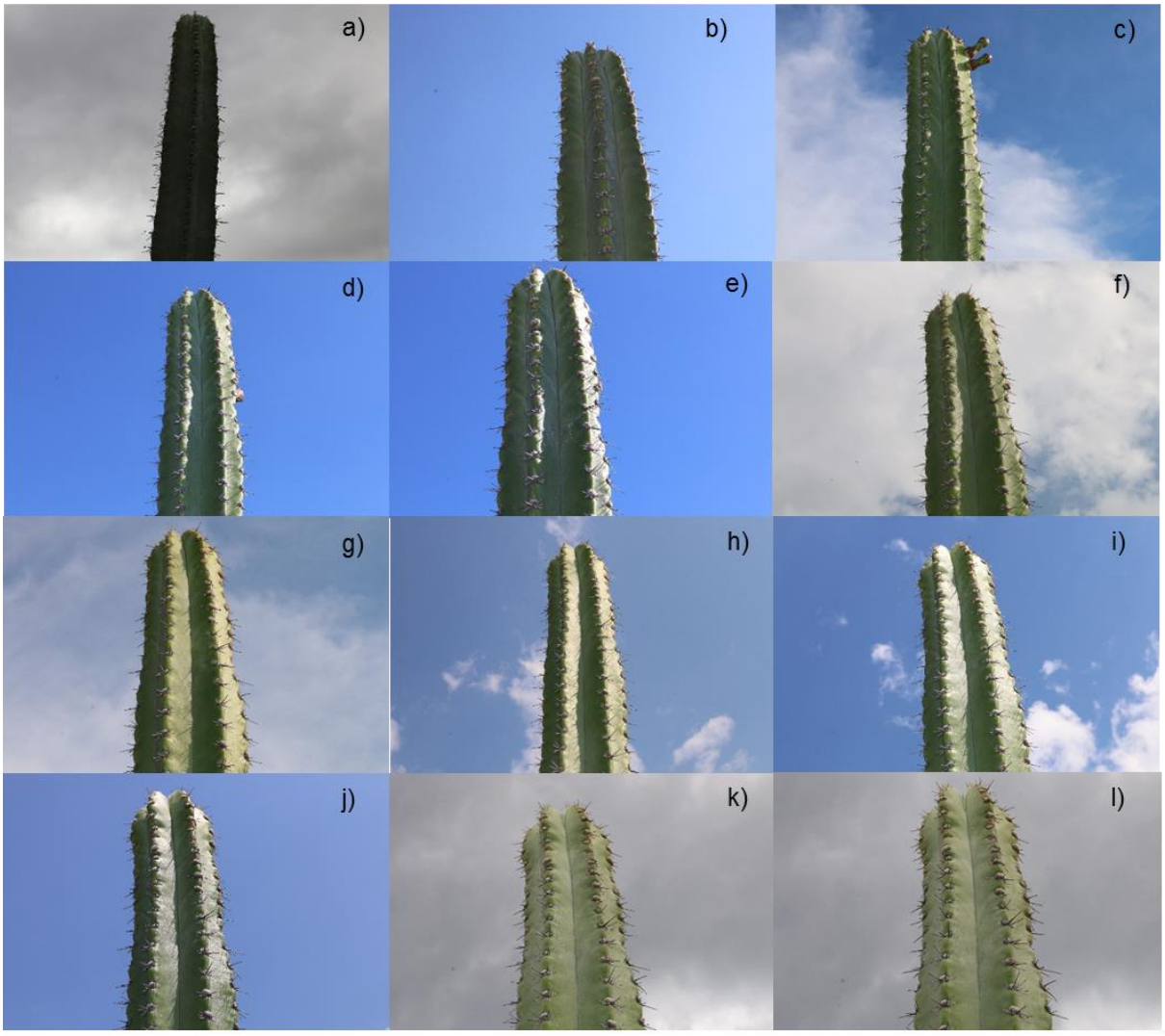


Fig. 21. Individuo R13 (Roja 13), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla izquierda), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla derecha). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

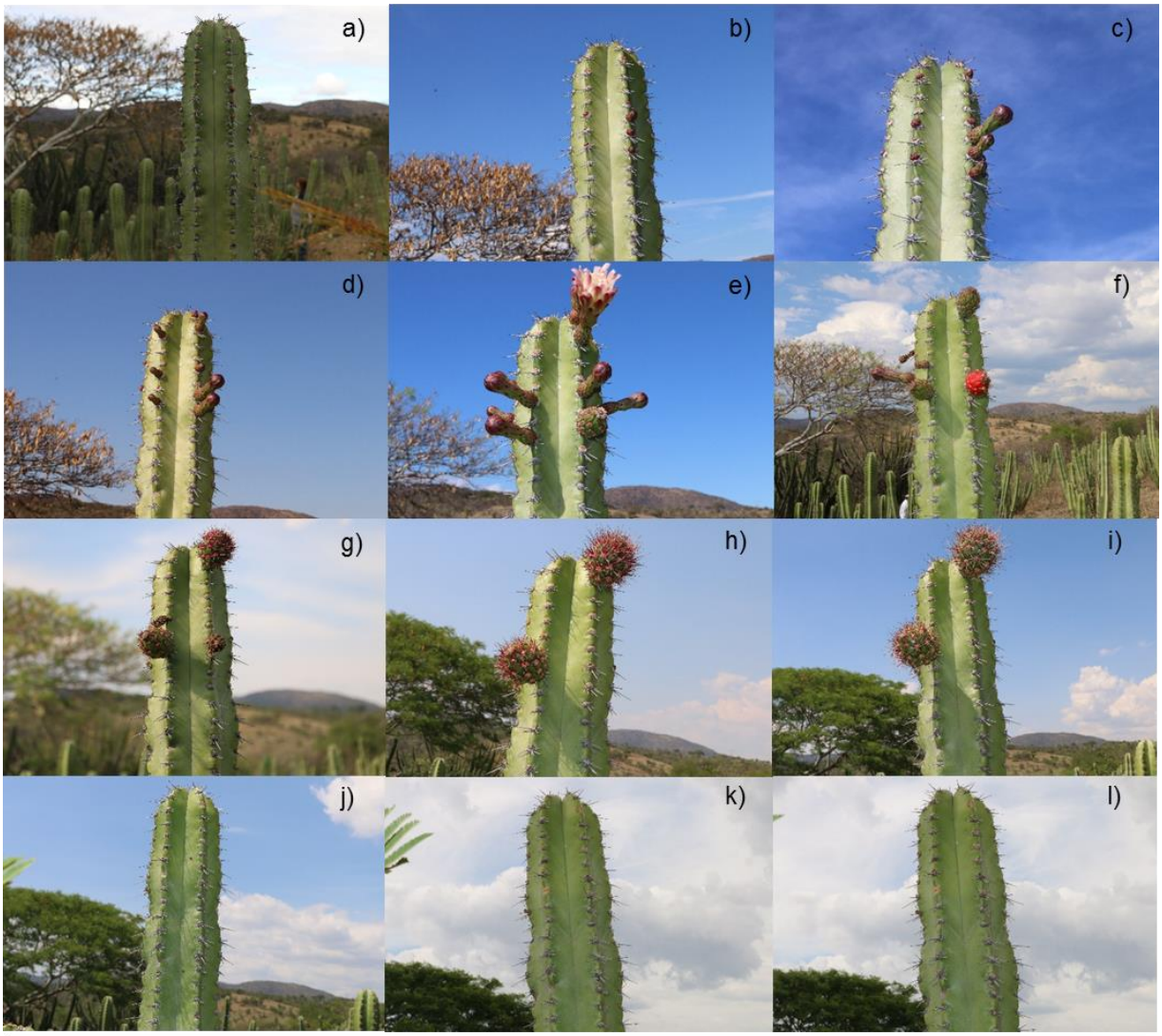


Fig. 22. Individuo R14 (Roja 14), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

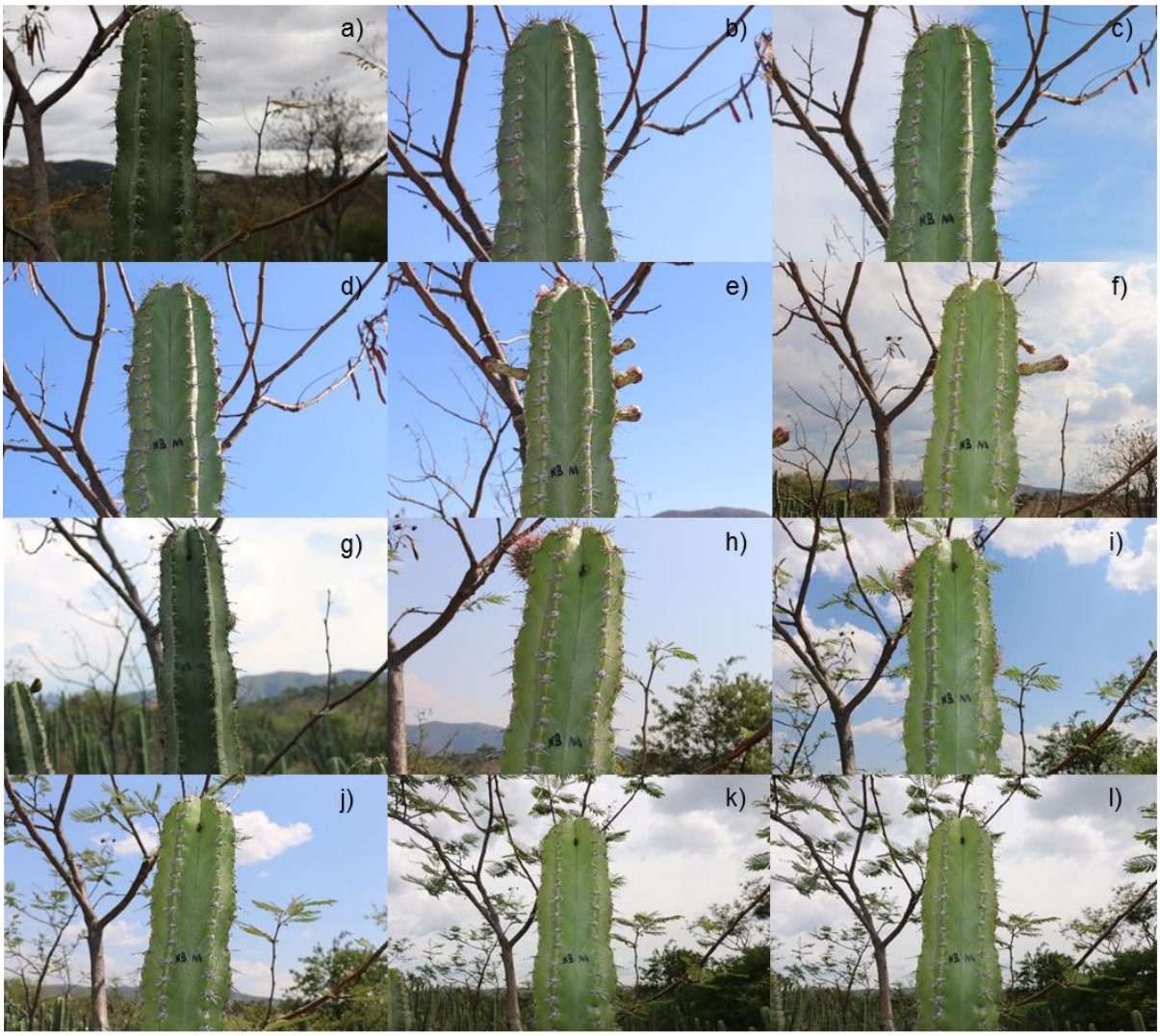


Fig. 23. Individuo R14 (Roja 14), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla derecha), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

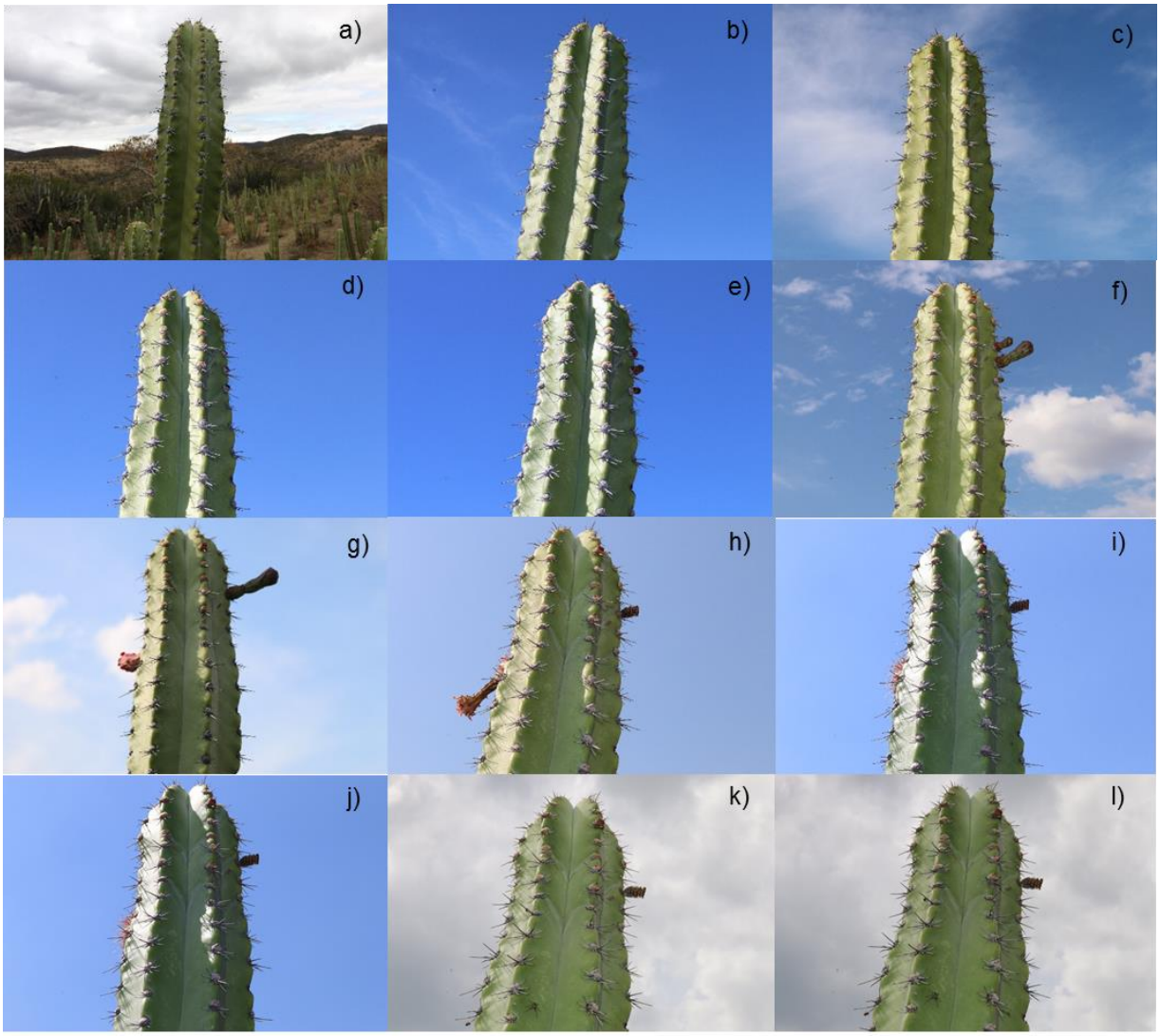


Fig. 24. Individuo R15 (Roja 15), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

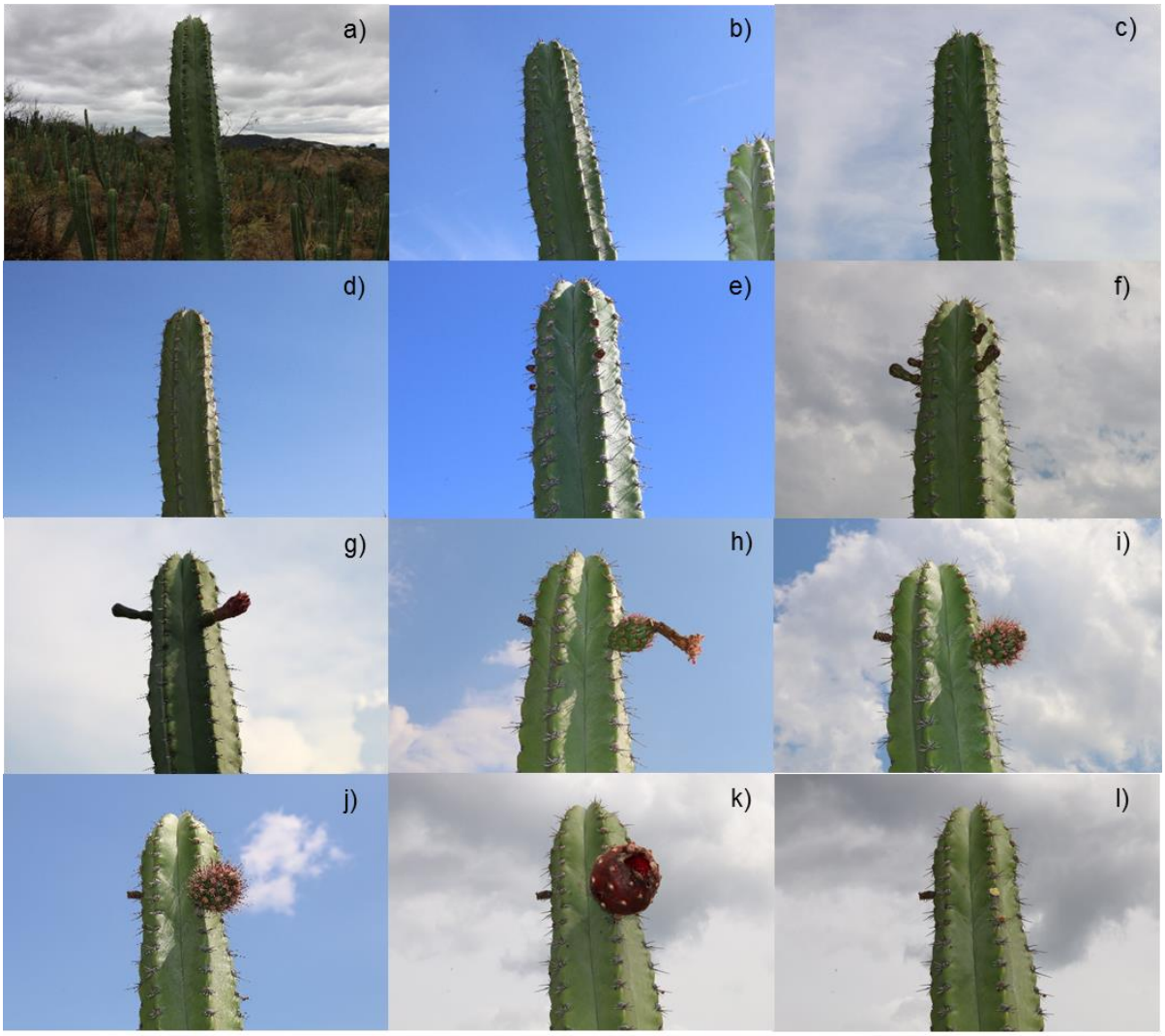


Fig. 25. Individuo R15 (Roja 15), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla derecha), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.



Fig. 26. Individuo R16 (Roja 16), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

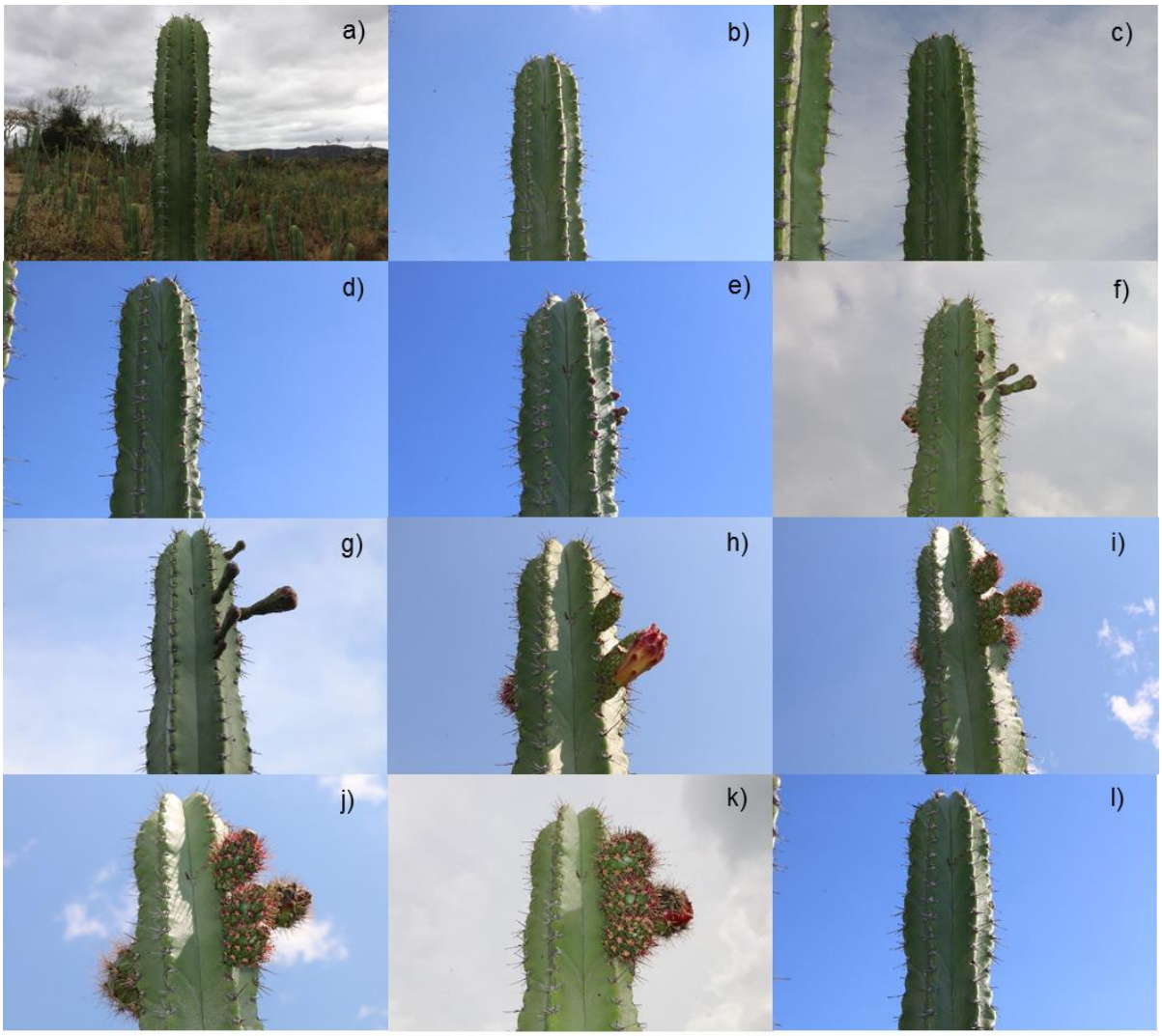


Fig. 27. Individuo R16 (Roja 16), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla derecha), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

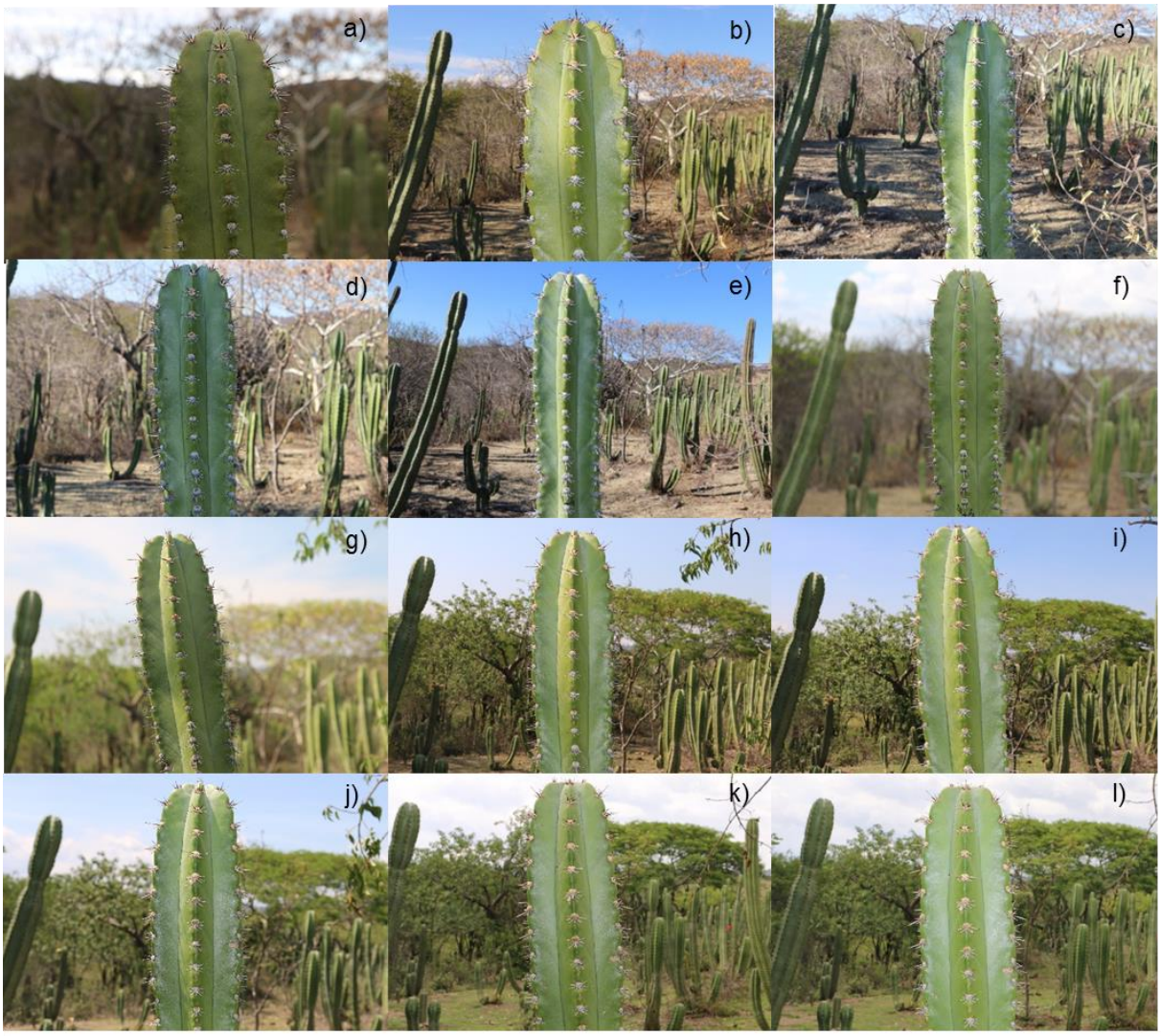


Fig. 28. Individuo J1 (Jarro 1), SA: Orientación sur de la costilla 1. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

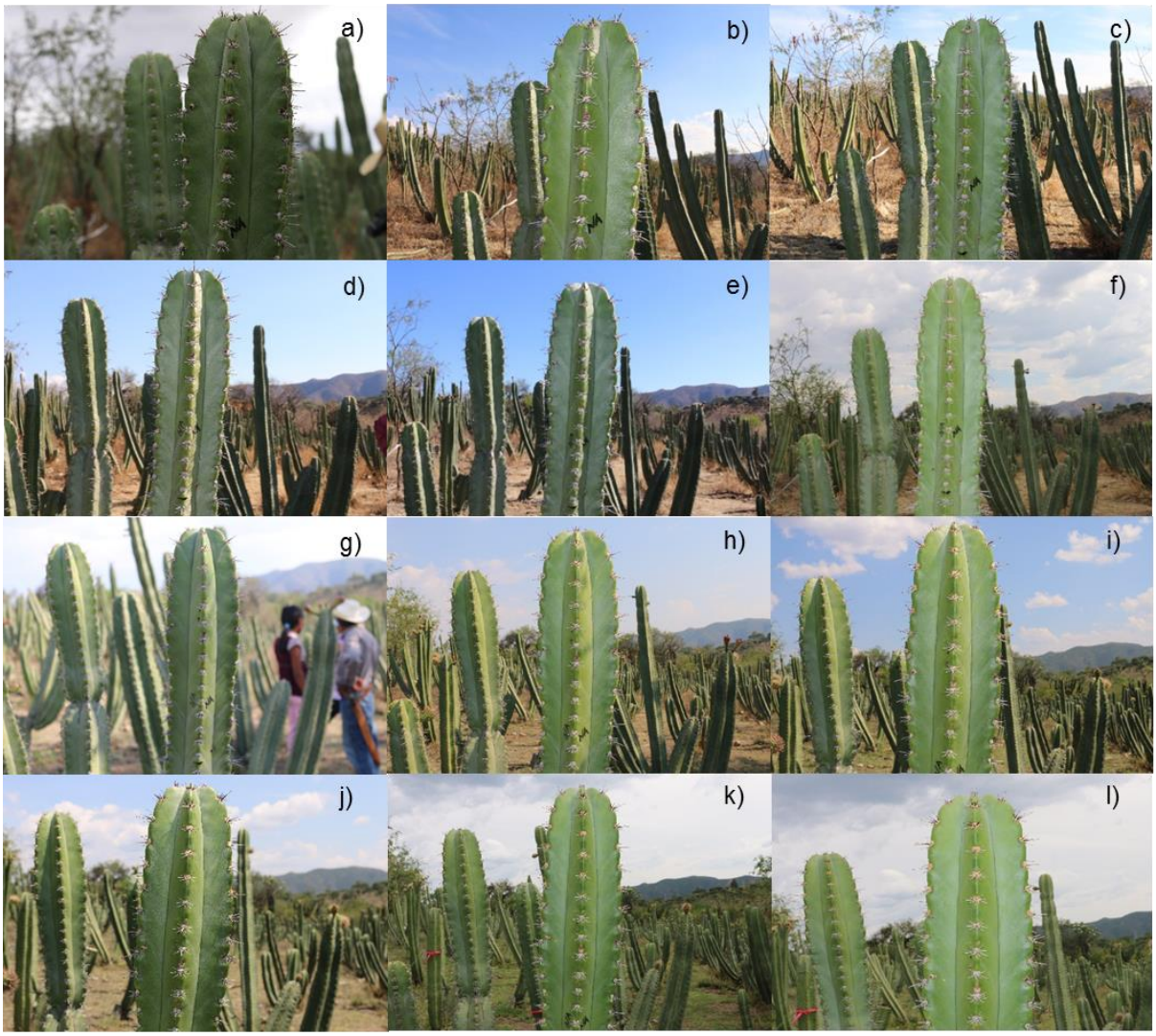


Fig. 29. Individuo J1 (Jarro 1), NA: Orientación norte de la costilla 1. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

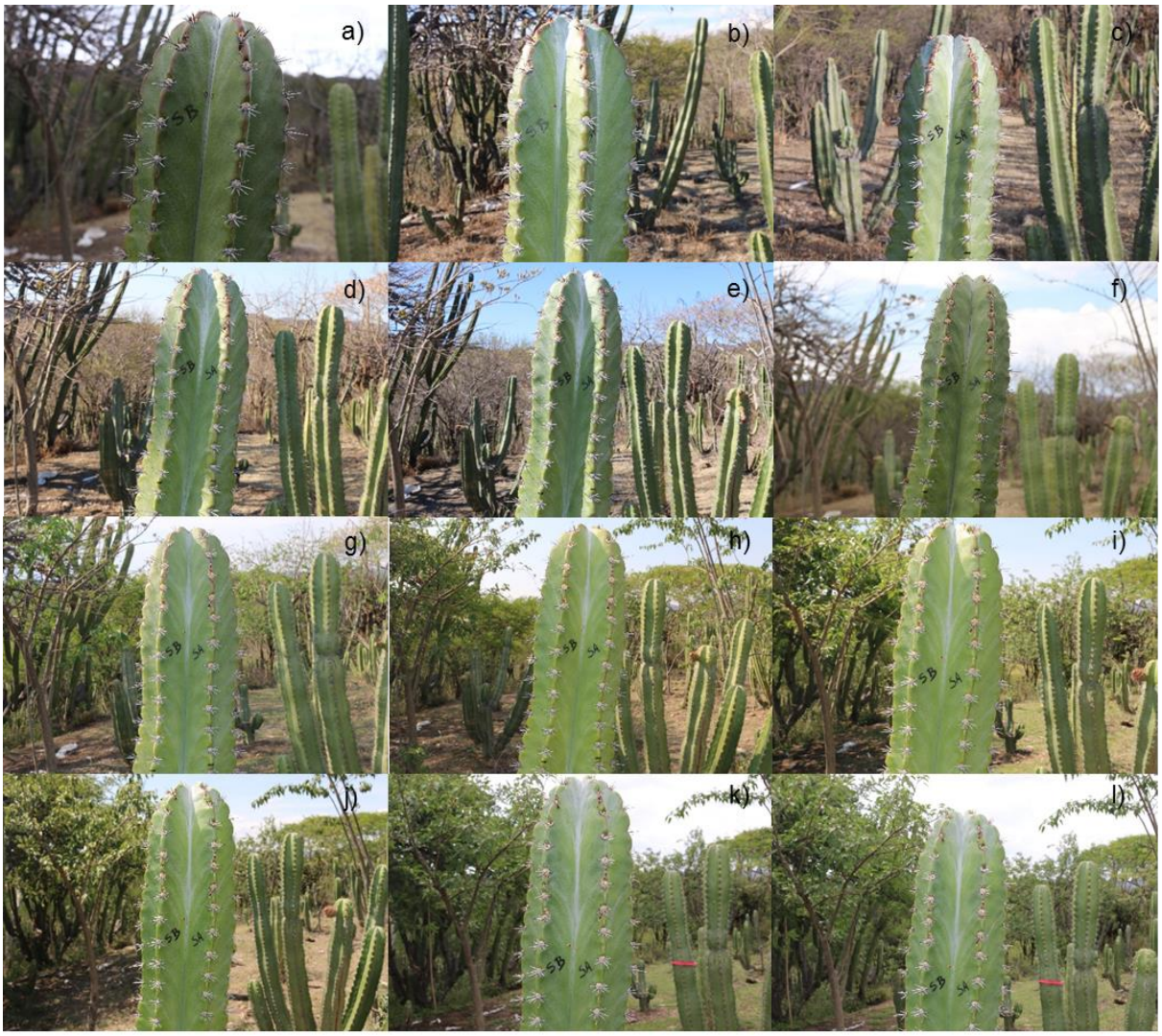


Fig. 30. Individuo J2 (Jarro 2), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.



Fig. 31. Individuo J2 (Jarro 2), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla derecha), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.



Fig. 32. Individuo J3 (Jarro 3), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

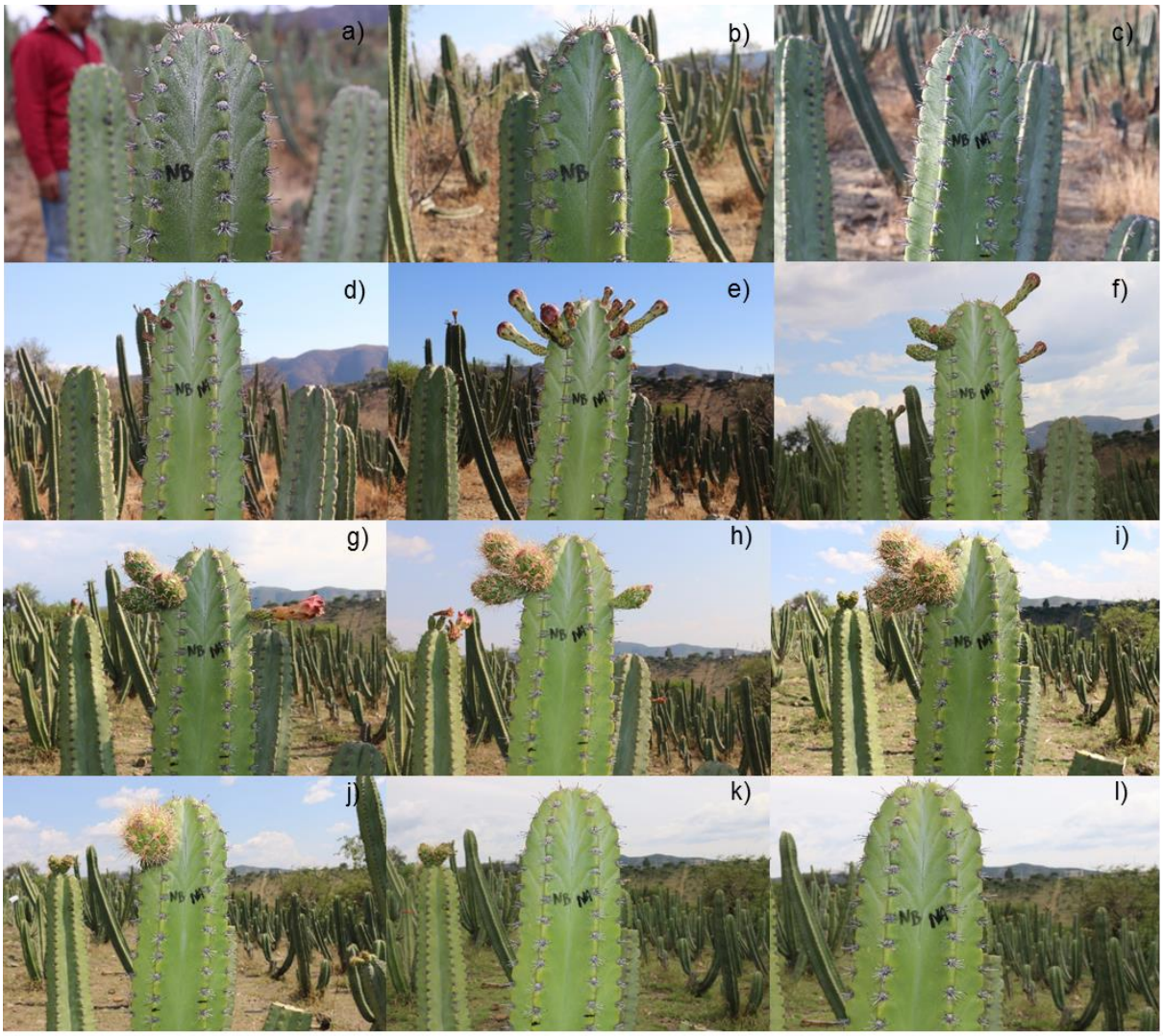


Fig. 33. Individuo J3 (Jarro 3), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla derecha), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.



Fig. 34. Individuo J4 (Jarro 4), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.



Fig. 35. Individuo J4 (Jarro 4), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla derecha), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

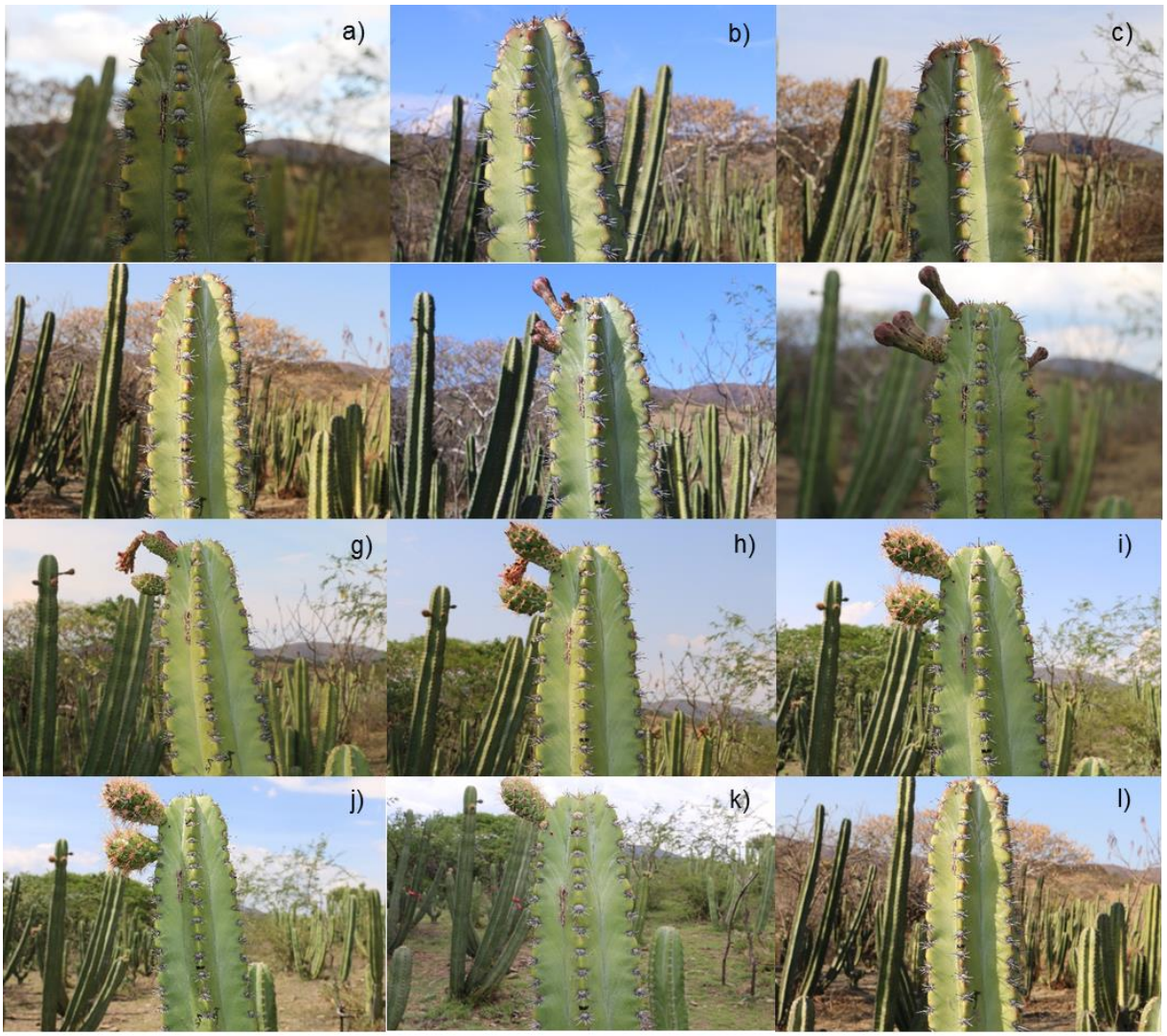


Fig. 36. Individuo J5 (Jarro 5), SA: Orientación sur de la costilla. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

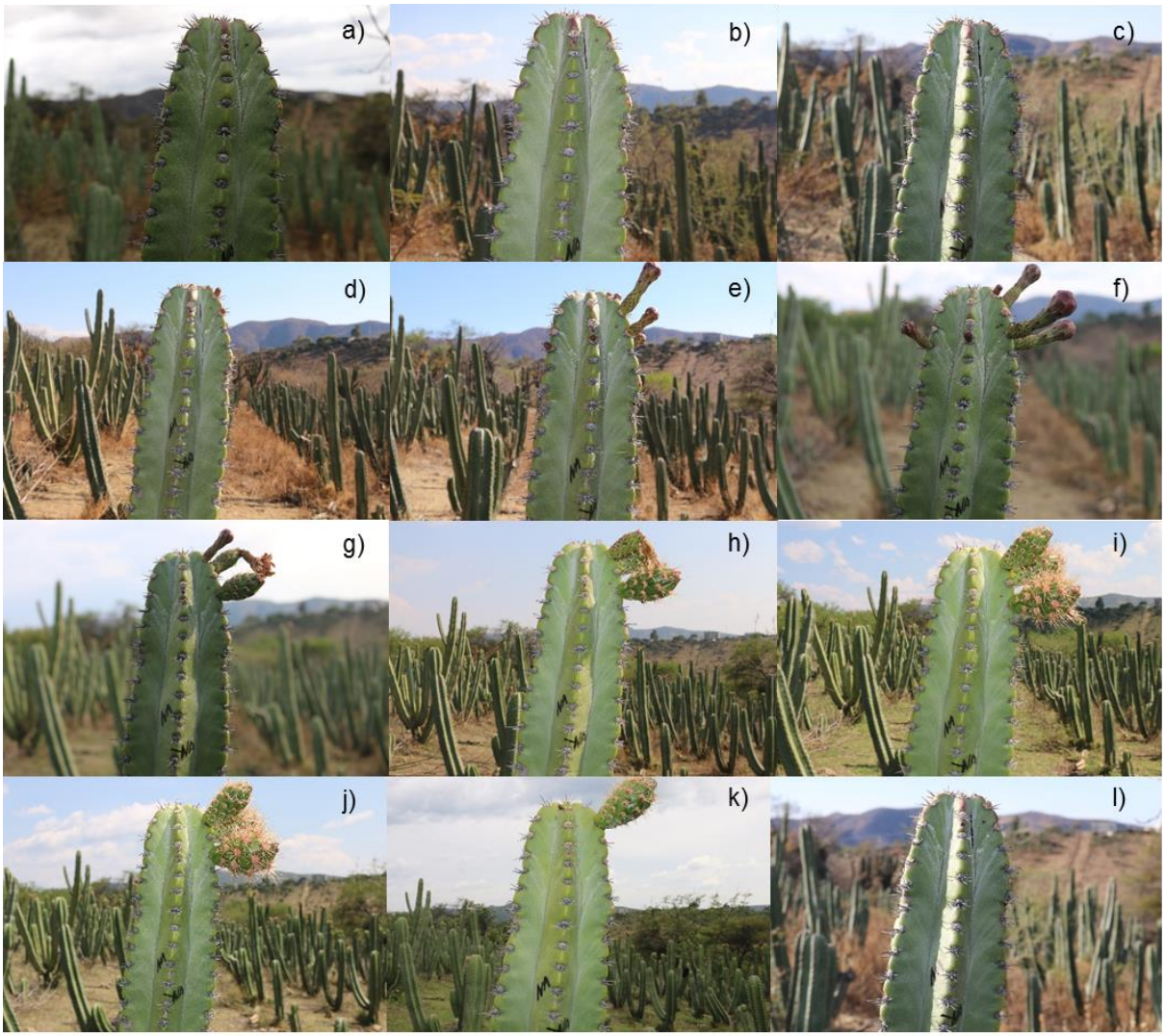


Fig. 37. Individuo J5 (Jarro 5), NA: Orientación norte de la costilla 1. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.



Fig. 38. Individuo J6 (Jarro 6), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.



Fig. 39. Individuo J6 (Jarro 6), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla derecha), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.



Fig. 40. Individuo J11 (Jarro 11), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

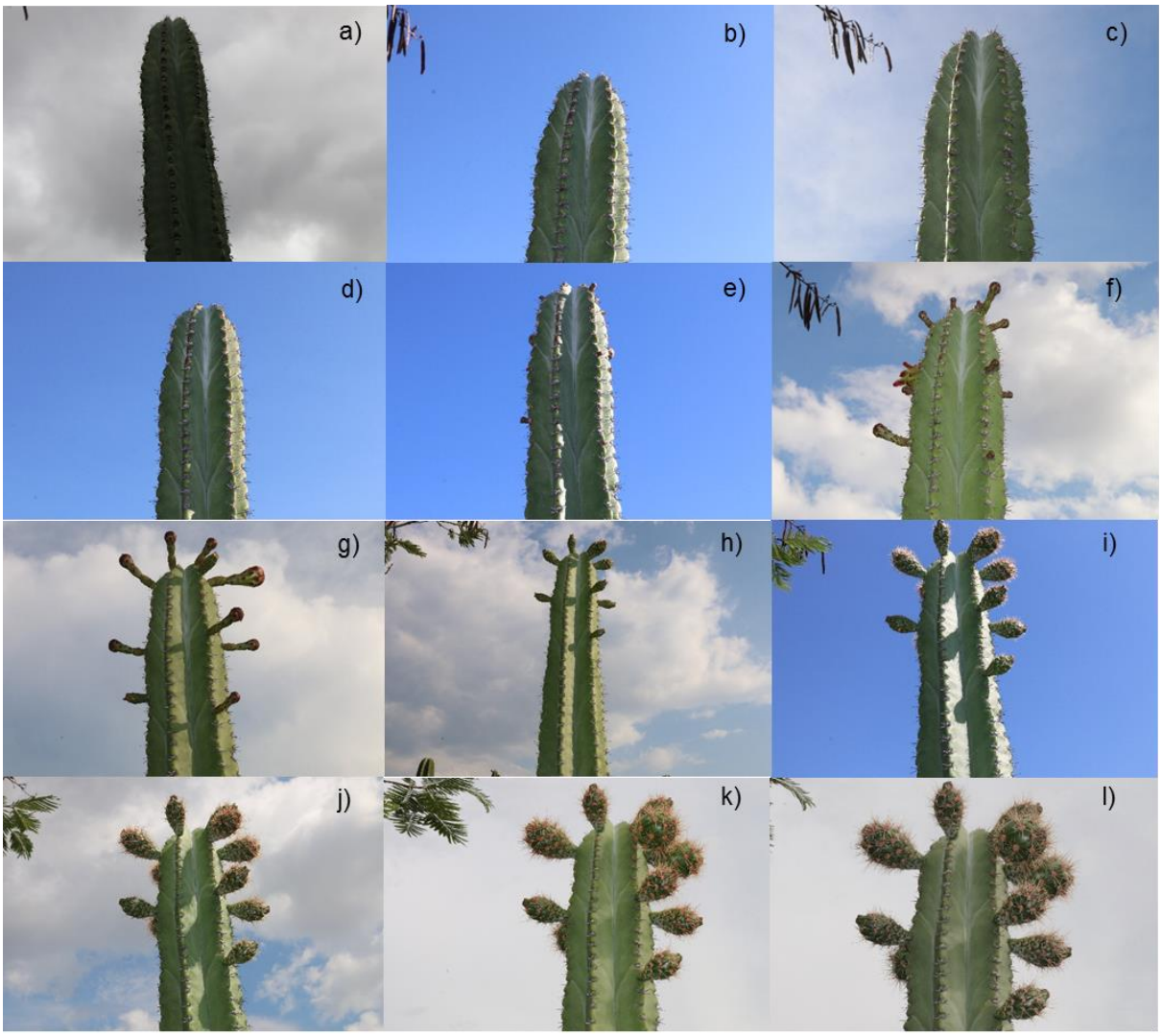


Fig. 41. Individuo J11 (Jarro 11), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla derecha), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

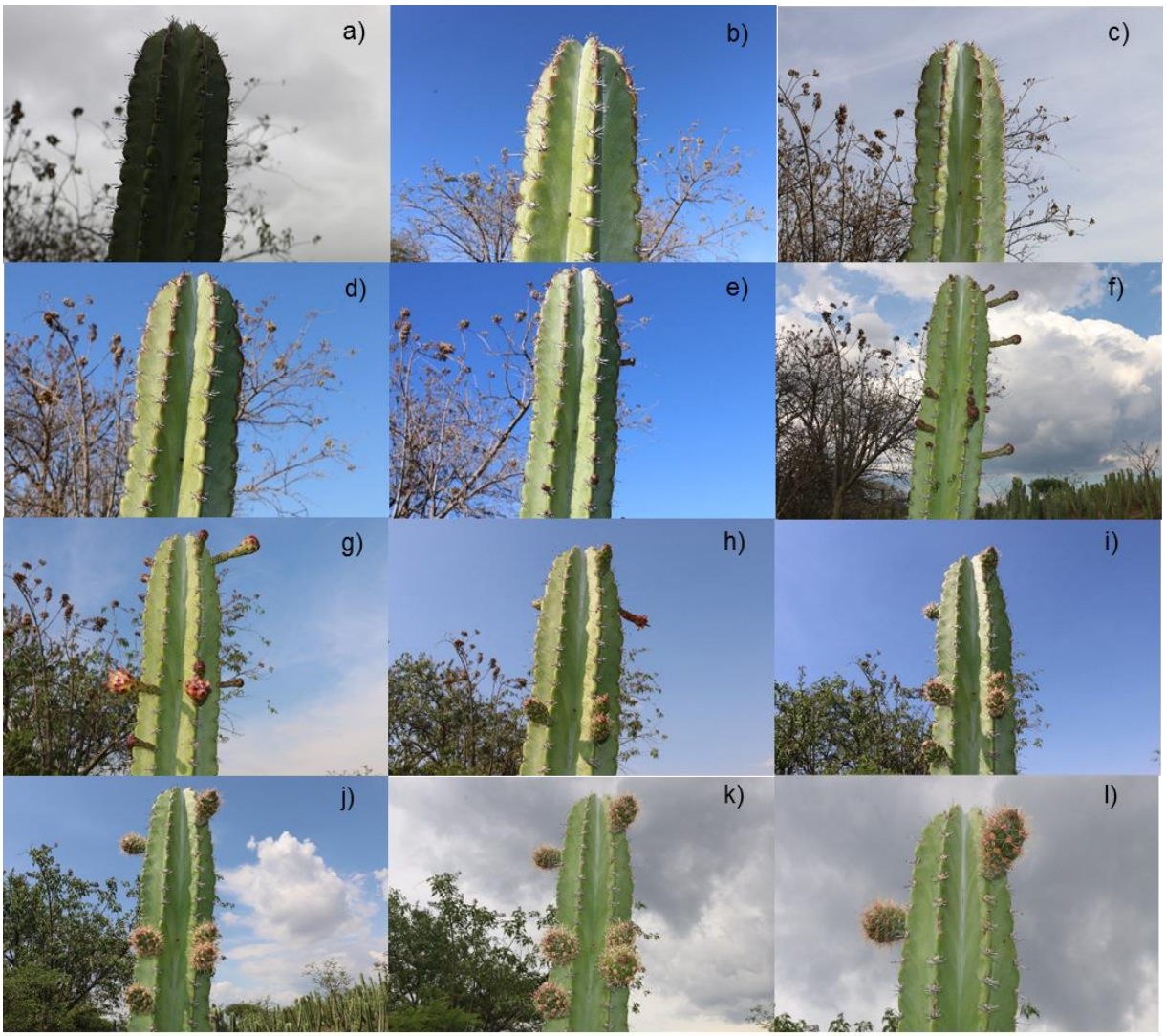


Fig. 42. Individuo J12 (Jarro 12), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.



Fig. 43. Individuo J12 (Jarro 12), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla derecha), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

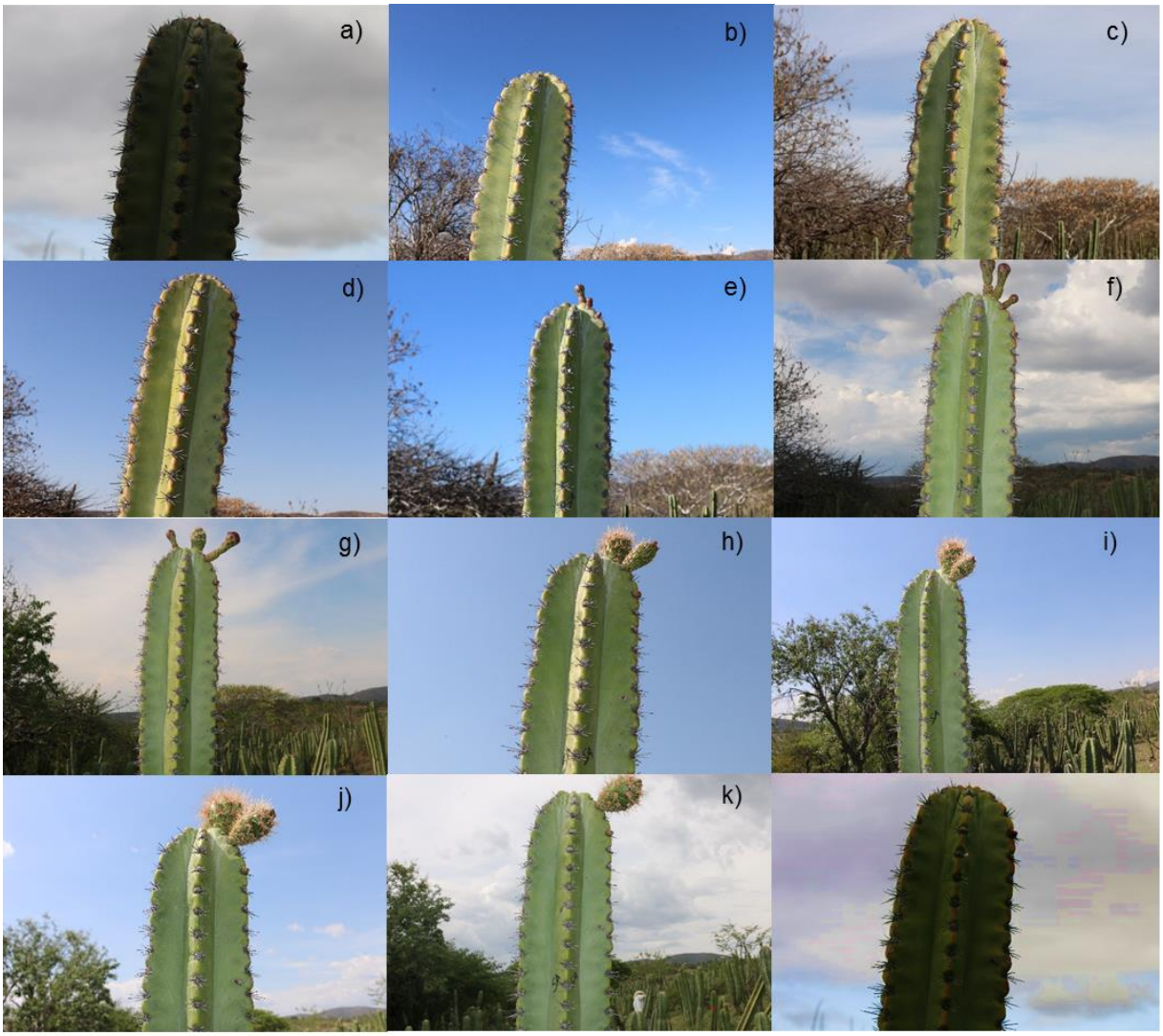


Fig. 44. Individuo J13 (Jarro 13), SA: Orientación sur de la costilla 1. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

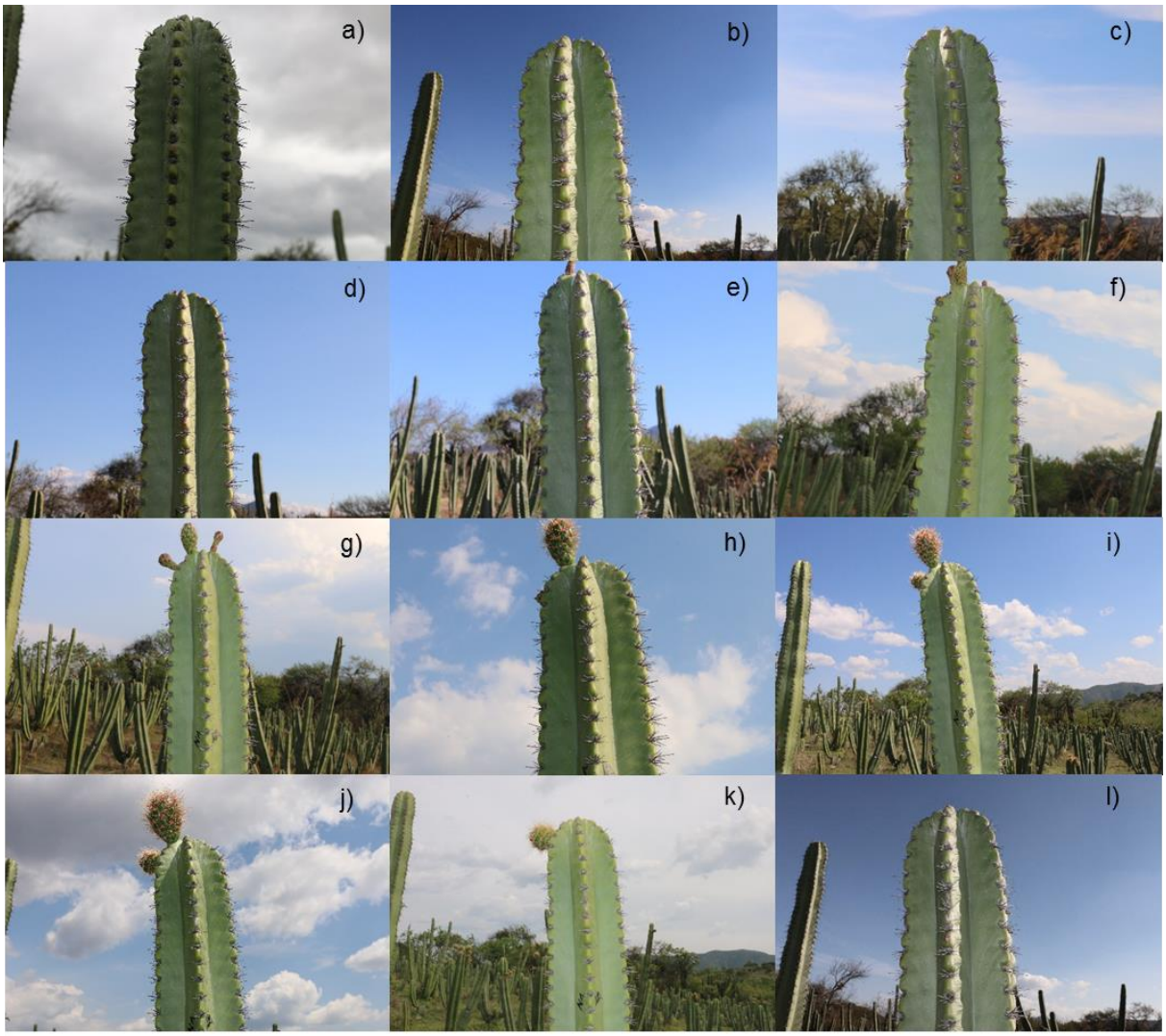


Fig. 45. Individuo J13 (Jarro 13), NA: Orientación norte de la costilla 1. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

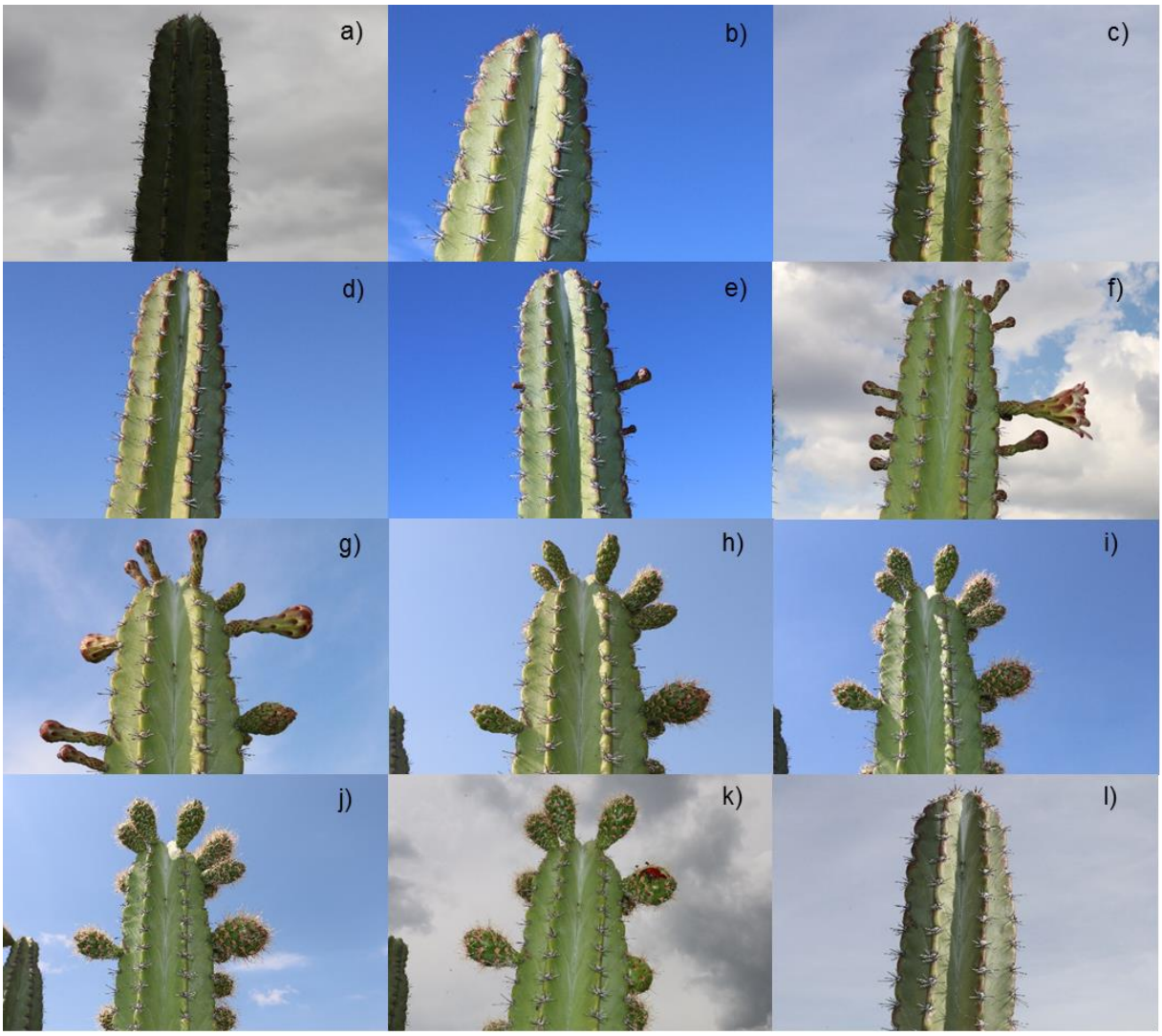


Fig. 46. Individuo J14 (Jarro 14), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

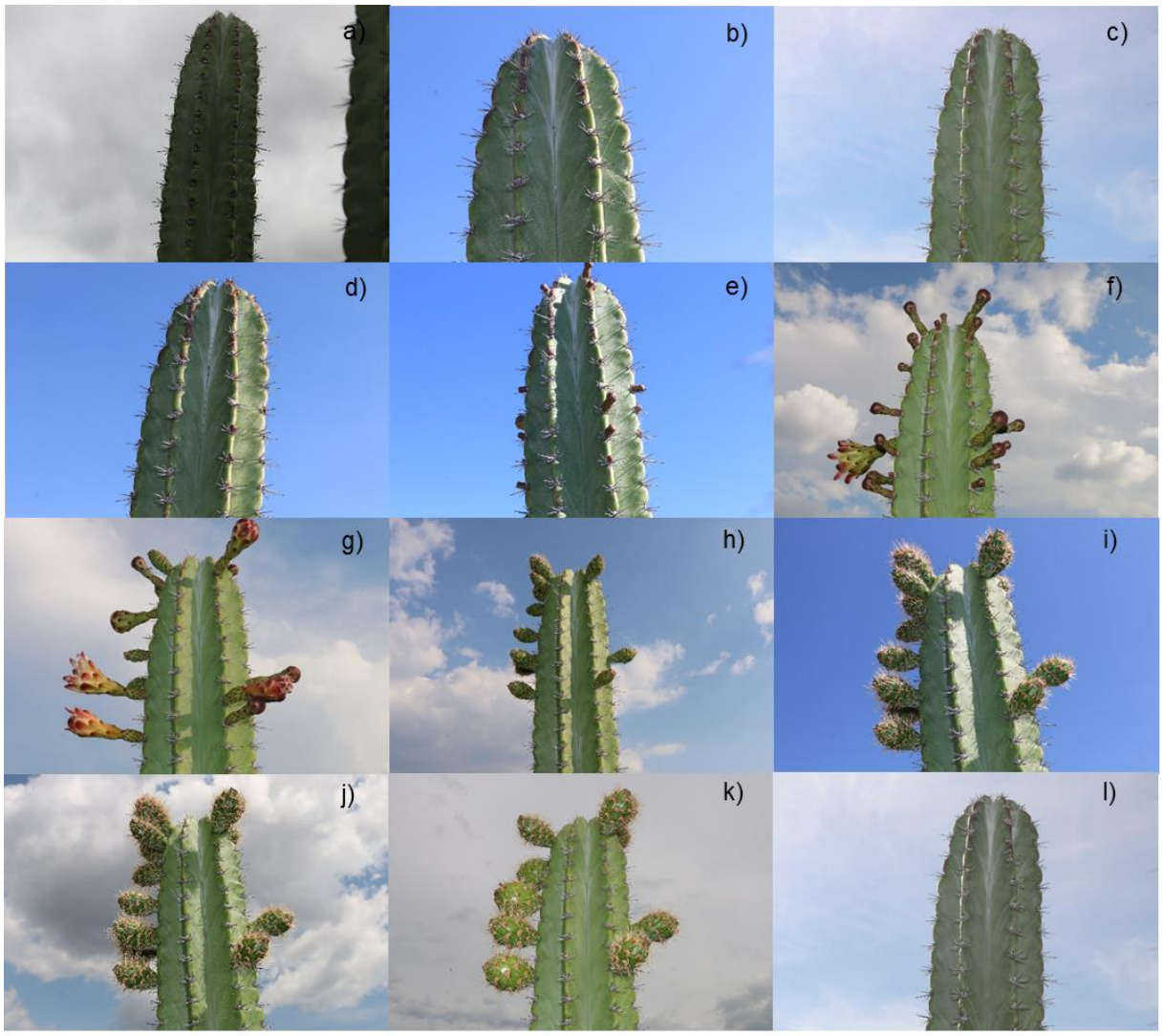


Fig. 47. Individuo J14 (Jarro 14), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla derecha), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.



Fig. 48. Individuo J15 (Jarro 15), SA: Orientación sur de la costilla 1. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

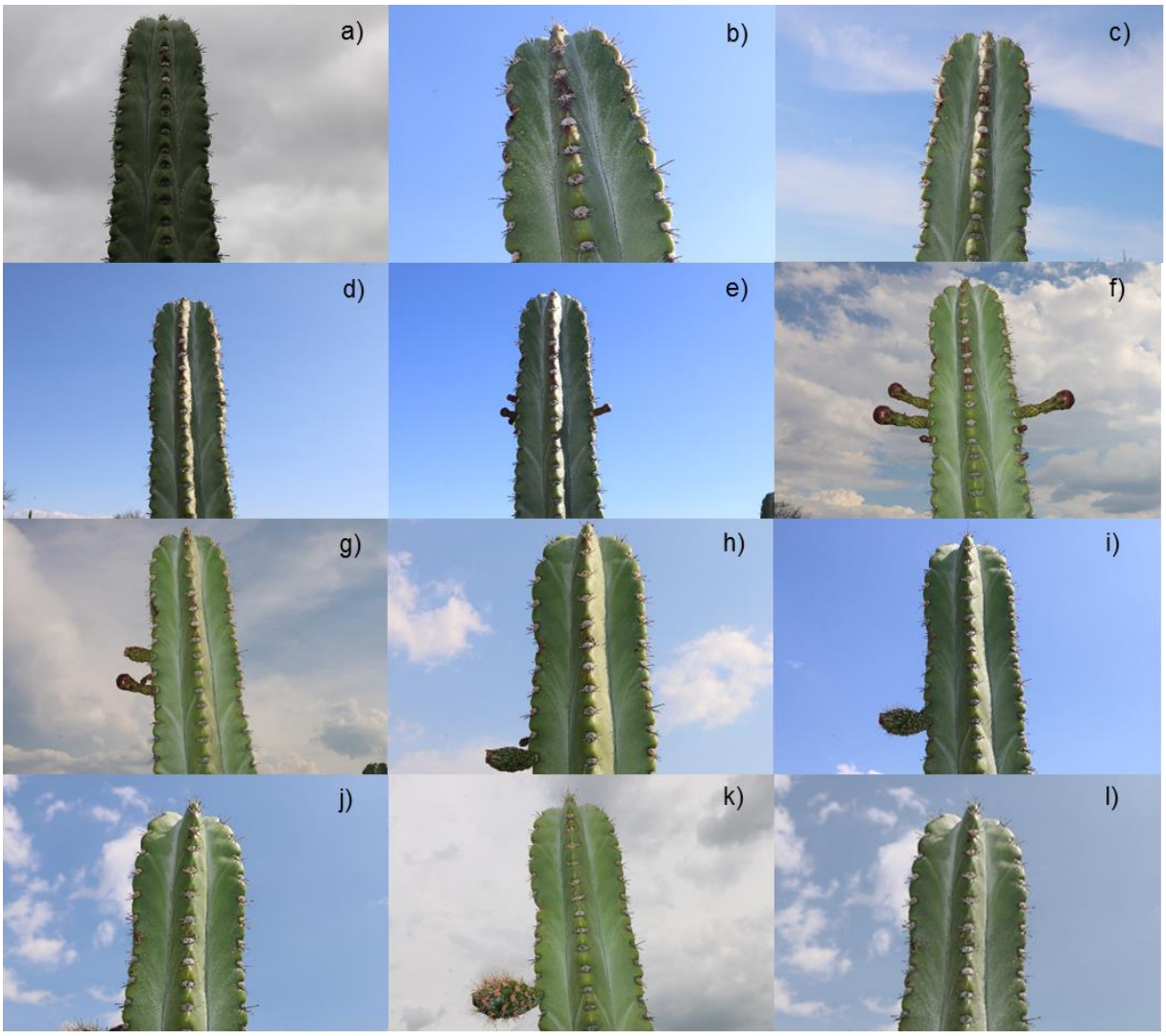


Fig. 49. Individuo J15 (Jarro 15), NA: Orientación norte de la costilla 1. a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

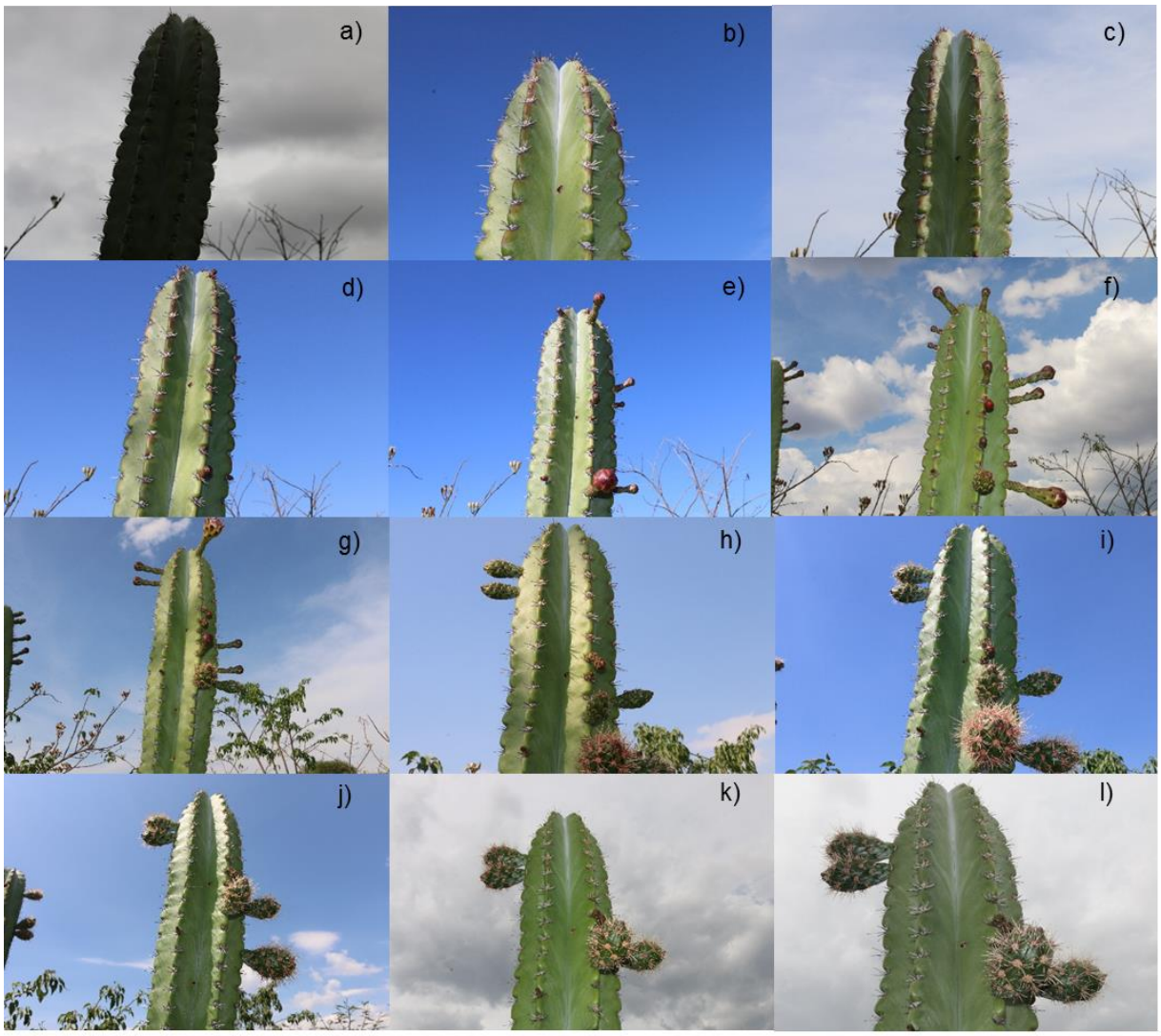


Fig. 50. Individuo J16 (Jarro 16), SA: Orientación sur de la costilla 1(costilla derecha), SB: Orientación sur de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.



Fig. 51. Individuo J16 (Jarro 16), NA: Orientación norte de la costilla 1(costilla derecha), NB: Orientación norte de la costilla 2 (costilla izquierda). a) 08-enero, b) 23-enero, c) 06-febrero, d) 20-febrero, e) 06-marzo f) 20-marzo, g) 03-abril, h) 17-abril, i) 01-mayo, j) 15-mayo, k) 29-mayo, l) 12 -junio.

ANEXO 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA TEMPORADA 2015

Cuadro 3. Resultados del Análisis de varianza de primordios producidos.

Variable	G.L.	SC	CM	F	p
Cultivar	**1**	**212.5208**	**212.5208**	**4.09**	**0.056611**
Longitud	**1**	**567.1875**	**567.1875**	**10.93**	**0.003532**
Cultivar* Longitud	1	3.520833	3.520833	0.07	0.797197
Error A= Planta(Cultivar* Longitud)	20	1038.25	51.9125		
Orientación	**1**	**28.52083**	**28.52083**	**12.89**	**0.001829**
Cultivar* Orientación	1	0.1875	0.1875	0.08	0.773964
Longitud* Orientación	**1**	**17.52083**	**17.52083**	**7.92**	**0.010718**
Cultivar* Longitud* Orientación	1	2.08E-02	2.08E-02	0.01	0.923663
Error B	20	44.25	2.2125		

$\alpha<0.05$

Error A= Planta(Cultivar* Longitud)
Error B= Planta* Orientación(Cultivar* Longitud)

Cuadro 4. Resultados del Análisis de varianza de botones producidos.

Variable	G.L.	SC	CM	F	p
Cultivar	1	0.1875	0.1875	0.02	0.879952
Longitud	**1**	**93.52084**	**93.52084**	**11.67**	**0.002736**
Cultivar* Longitud	1	13.02083	13.02083	1.63	0.216999
Error A	20	160.25	8.0125		
Orientación	**1**	**20.02083**	**20.02083**	**5.70**	**0.026951**
Cultivar* Orientación	1	1.020833	1.020833	0.29	0.595769
Longitud* Orientación	1	9.1875	9.1875	2.62	0.121478
Cultivar* Longitud* Orientación	1	11.02083	11.02083	3.14	0.091745
Error B	20	70.25	3..5125		

$\alpha<0.05$

Error A: Planta= Planta(Cultivar* Longitud)
Error B: Planta* Orientación(Cultivar* Longitud)

Cuadro 5. Resultados del Análisis de varianza de flores producidas.

Variable	G.L.	SC	CM	F	p
Cultivar	1	3	3	1.37	0.255768
Longitud	**1**	**24.08333**	**24.08333**	**10.99**	**0.003456**
Cultivar* Longitud	1	2.083333	2.083333	0.95	0.341220
Error A	20	43.83333	2.191667		
Orientación	1	0.3333333	0.3333333	0.52	0.479404
Cultivar* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Longitud* Orientación	1	0.75	0.75	1.17	0.292506
Cultivar* Longitud* Orientación	1	0.083333	0.083333	0.13	0.722345
Error B	20	12.83333	0.6416667		

$\alpha<0.05$

Error A: Planta= Planta(Cultivar* Longitud)
Error B: Planta* Orientación(Cultivar* Longitud)

Cuadro 6. Resultados del Análisis de varianza de frutos producidos.

Variable	G.L.	SC	CM	F	p
Cultivar	1	3	3	1.77	0.197941
Longitud	**1**	**18.75**	**18.75**	**11.08**	**0.003344**
Cultivar* Longitud	1	2.083333	2.083333	1.23	0.280276
Error A	20	33.83333	1.691667		
Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Cultivar* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Longitud* Orientación	1	0.083333	0.083333	0.15	0.699035
Cultivar* Longitud* Orientación	1	0.083333	0.083333	0.15	0.699035
Error B	20	10.83333	0.5416667		

$\alpha<0.05$

Error A: Planta= Planta(Cultivar* Longitud)
Error B: Planta* Orientación(Cultivar* Longitud)

Cuadro 7. Resultados del Análisis de varianza de los Sólidos Solubles Totales del fruto.

Variable	G.L.	SC	CM	F	P
Cultivar	**1**	**13.80167**	**13.80167**	**65.98**	**0.000000**
Longitud	**1**	**2.041667**	**2.041667**	**9.76**	**0.006539**
Cultivar* Longitud	1	0.4816667	0.4816667	2.30	0.148651
Orientación	1	0.0816666	0.0816666	0.39	0.540878
Cultivar* Orientación	1	0.015	0.015	0.07	0.792280
Longitud* Orientación	1	0.375	0.375	1.79	0.199296
Cultivar* Longitud* Orientación	1	0.0416667	0.0416667	0.20	0.661346
Error A	16	3.346667	0.2091667		

α<0.05

Cuadro 8. Resultados del Anális de varianza del pH medido.

Variable	G.L.	SC	CM	F	P
Cultivar	**1**	**3.856017**	**3.856017**	**51.98**	**0.000002**
Longitud	1	0.0054	0.0054	0.07	0.790762
Cultivar* Longitud	**1**	**0.3700167**	**0.3700167**	**4.99**	**0.040157**
Orientación	**1**	**0.3700167**	**0.3700167**	**4.99**	**0.040157**
Cultivar* Orientación	1	0.1944	0.1944	2.62	0.125029
Longitud* Orientación	1	0.00735	0.00735	0.10	0.757005
Cultivar* Longitud* Orientación	1	0.1176	0.1176	1.59	0.226064
Error A	16	1.186933	0.0741833		

α<0.05

Cuadro 9. Resultados del Análisis de varianza de la Acidez Total Titulable.

Variable	G.L.	SC	CM	F	P
Cultivar	**1**	**2.431006**	**2.431006**	**12.78**	**0.002528**
Longitud	1	0.001276	0.001276	0.01	0.935733
Cultivar* Longitud	**1**	**0.804834**	**0.804834**	**4.23**	**0.056354**
Orientación	**1**	**1.078797**	**1.078797**	**5.67**	**0.029992**
Cultivar* Orientación	1	0.2323946	0.2323946	1.22	0.285324
Longitud* Orientación	1	0.0030567	0.0030567	0.02	0.896755
Cultivar* Longitud* Orientación	1	0.1788251	0.1788251	0.94	0.346638
Error A	16	3.042935	0.1901834		

$\alpha<0.05$

Cuadro 10. Resultados del Análisis de varianza de la variable Sabor.

Variable	G.L.	SC	CM	F	P
Cultivar	**1**	**121.2046**	**121.2046**	**11.47**	**0.003758**
Longitud	1	0.076729	0.076729	0.01	0.933135
Cultivar* Longitud	1	9.753617	9.753617	0.92	0.350879
Orientación	1	27.48475	27.48475	2.60	0.126270
Cultivar* Orientación	1	1.774426	1.774426	0.17	0.687338
Longitud* Orientación	1	1.055563	1.055563	0.10	0.755995
Cultivar* Longitud* Orientación	1	3.228029	3.228029	0.31	0.588028
Error A	16	169.0017	10.5626		

$\alpha<0.05$

ANEXO 3. MATRICES DE MEDIAS Y PROPORCIONES DE PASO DE LAS DIFERENTES ETAPAS. TEMPORADA 2015.

Medias de las estructuras reproductoras en las diferentes etapas. Temporada 2015

En la matriz de medias podemos ver que el cultivar “Roja” tuvo en general mayor producción de primordios que el cultivar “Jarro”. En cuanto a la producción de botones se ve una diferencia menor entre los cultivares, sin embargo, notamos que en ambos cultivares las plantas de ramas largas tuvieron una mayor producción de estas estructuras reproductivas, sin llegar a ser diferencias significativas estadísticamente. Las plantas pertenecientes al cultivar “Roja” de brazo corto no tuvieron producción de flores y por consiguiente no tuvieron producción de frutos, al igual que el caso de las plantas del cultivar “Jarro” de rama corta y orientación sur, a diferencia de las plantas del misma cultivar de brazo corto y con orientación norte, la producción fue de 0.1, por lo que podemos decir que en general estas plantas tuvieron una producción menor que las plantas de ambos cultivares de rama larga (Cuadro 11).

Entre las plantas de brazo largo, las que presentaron una mayor producción fueron las pertenecientes al cultivar “Jarro” y de ellas los frutos producidos en la orientación sur presentaron una media de producción mayor a su contraparte en la orientación norte (Cuadro 11).

Cuadro 11. Matriz de medias de los grupos en diferentes etapas, temporada 2015.

CULTIVAR- LONGITUD - ORIENTACIÓN	PRIMORDIOS	BOTONES	FLORES	FRUTOS
ROJA -BRAZO CORTO- ORIENTACIÓN SUR	14.5	2.6667	0	0
ROJA -BRAZO CORTO- ORIENTACIÓN NORTE	11.6667	1	0	0
ROJA -BRAZO LARGO- ORIENTACIÓN SUR	19.6667	4.3333	1.1667	0.8333
ROJA -BRAZO LARGO- ORIENTACIÓN NORTE	19.1667	2.8333	0.8333	0.8333
JARRO -BRAZO CORTO- ORIENTACIÓN SUR	9.6667	0.5	0	0
JARRO -BRAZO CORTO- ORIENTACIÓN NORTE	7	1.3333	0.1667	0.1667
JARRO -BRAZO LARGO- ORIENTACIÓN SUR	15.8333	6.1667	2.1667	1.8333
JARRO -BRAZO LARGO- ORIENTACIÓN NORTE	15.6667	3.3333	1.6667	1.6667

Matriz de proporciones de las estructuras reproductoras en las diferentes etapas. Temporada 2015.

Cuadro 12. Matriz de proporciones de las diferentes etapas, temporada 2015.

CULTIVAR- LONGITUD - ORIENTACIÓN	Botón/ Primordio	Flor/ Botón	Fruto/Flor
ROJA -RAMA CORTA- ORIENTACIÓN SUR	0.1839	0	-
ROJA -RAMA CORTA- ORIENTACIÓN NORTE	0.0857	0	-
ROJA -RAMA LARGA- ORIENTACIÓN SUR	0.22034	0.2692	0.7143
ROJA -RAMA LARGA- ORIENTACIÓN NORTE	0.1478	0.29412	1
JARRO -RAMA CORTA- ORIENTACIÓN SUR	0.0517	0	-
JARRO -RAMA CORTA- ORIENTACIÓN NORTE	0.1905	0.1250	1
JARRO -RAMA LARGA- ORIENTACIÓN SUR	0.3895	0.3513	0.84615
JARRO -RAMA LARGA- ORIENTACIÓN NORTE	0.2128	0.5000	1

ANEXO 4. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA TEMPORADA 2016

La toma de fotografías y la toma de datos se realizó en las salidas a la zona de estudio durante el periodo enero - junio del año 2016.

Las fotografías tomadas de la temporada 2016 se encuentran en el apéndice 2 con las características del cuadro 13.

Cuadro 13. Características de fotografías tomadas durante la temporada 2016.

Individuo(s)	**Cultivar**	**Longitud de la rama**	**Orientación**	**No. de figura (anexo 2).**
R1, R2, R3, R4, R5, R6	Roja	corto	sur	52, 54, 56, 58, 60, 62
			norte	53, 55, 57, 59, 61, 63
R11, R12, R13, R14, R15, R16	Roja	largo	sur	64, 66, 68, 70, 72, 74
			norte	65, 67, 69, 71, 73, 75
J1, J2, J3, J4, J5, J6	Jarro	corto	sur	76, 78, 80, 82, 84, 86
			norte	77, 79, 81, 83, 85, 87
J11, J12, J13, J14, J15, J16	Jarro	largo	sur	88, 90, 92, 94, 96, 98
			norte	89, 91, 93, 95, 97, 99



Fig. 52. Individuo R1 (Roja 1), SA: Orientación sur de la costilla 1. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.



Fig. 53. Individuo R1 (Roja 1), NA: Orientación norte de la costilla 1. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo, g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

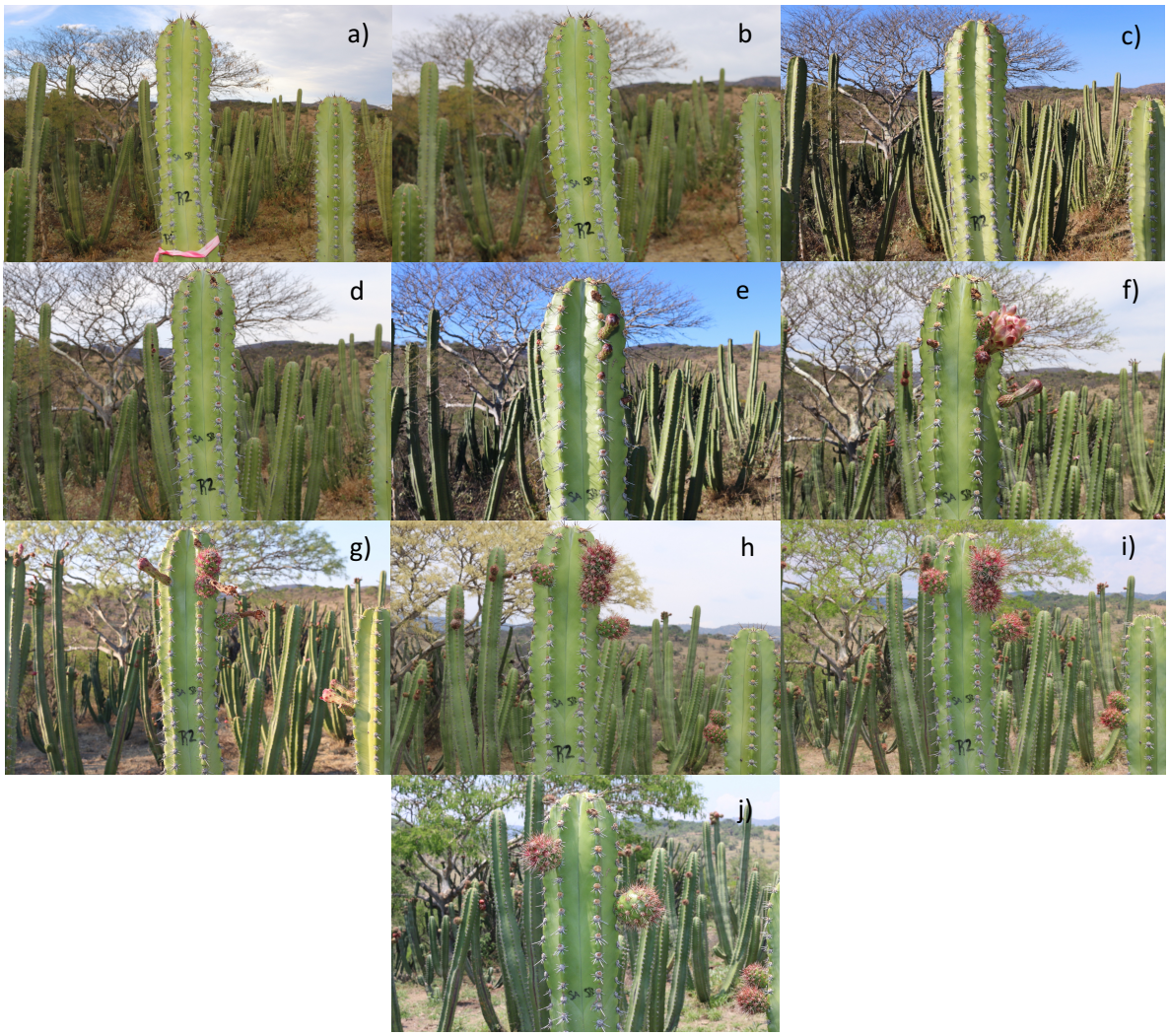


Fig. 54. Individuo R2 (Roja 2), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016..



Fig. 55. Individuo R2 (Roja 2), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

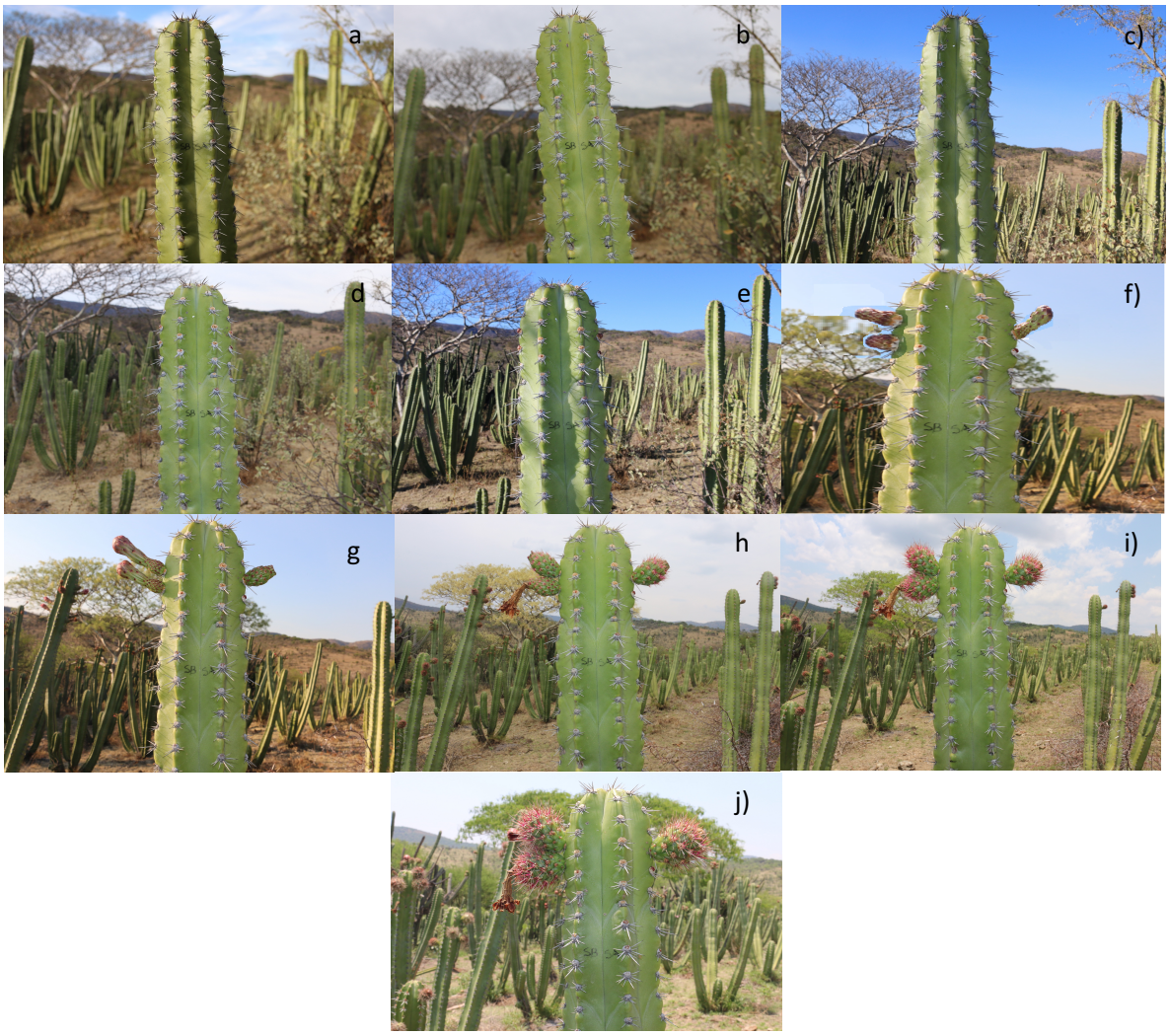


Fig. 56. Individuo R3 (Roja 3), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

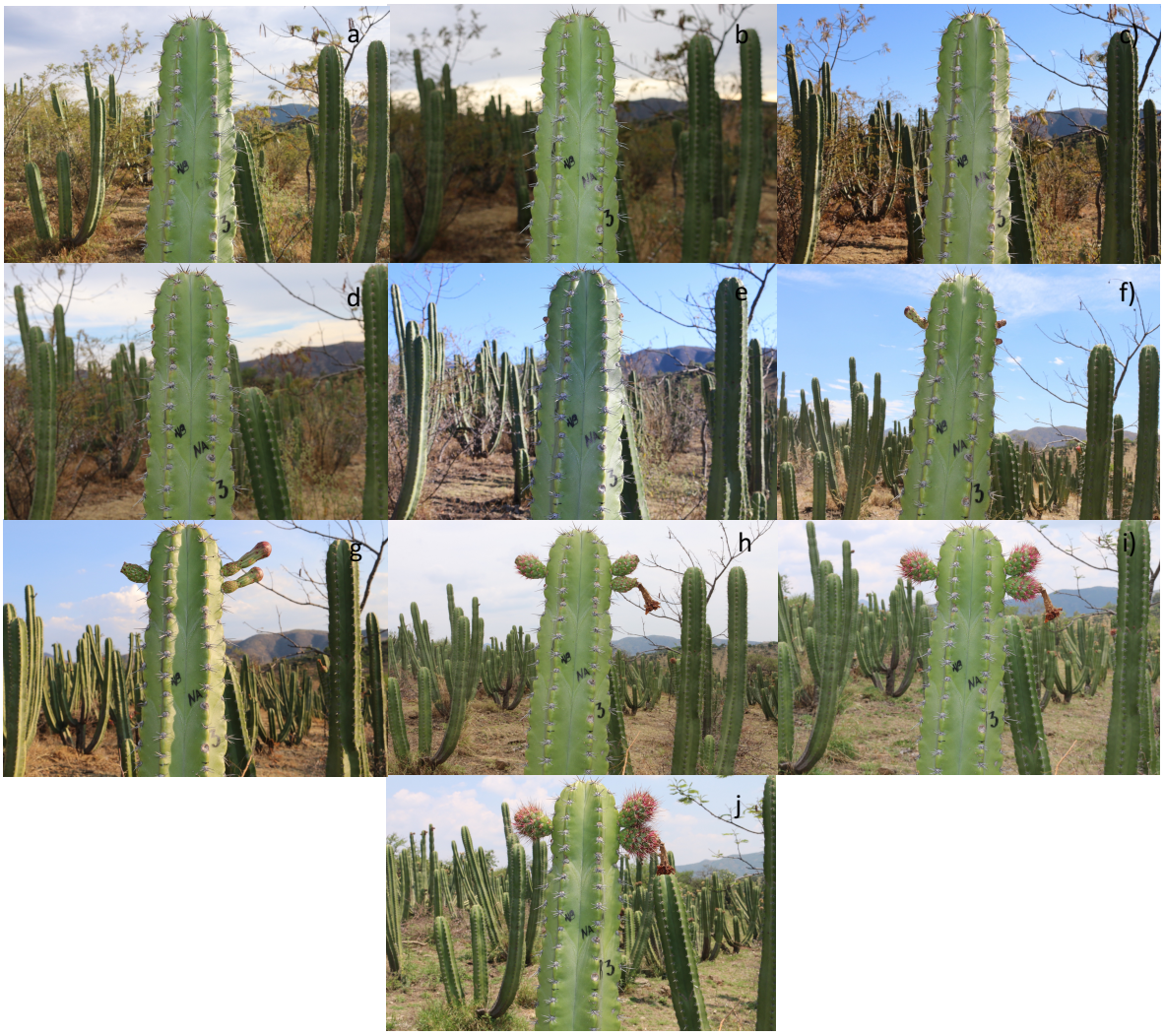


Fig. 57. Individuo R3 (Roja 3), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.



Fig. 58. Individuo R4 (Roja 4), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación su de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016..

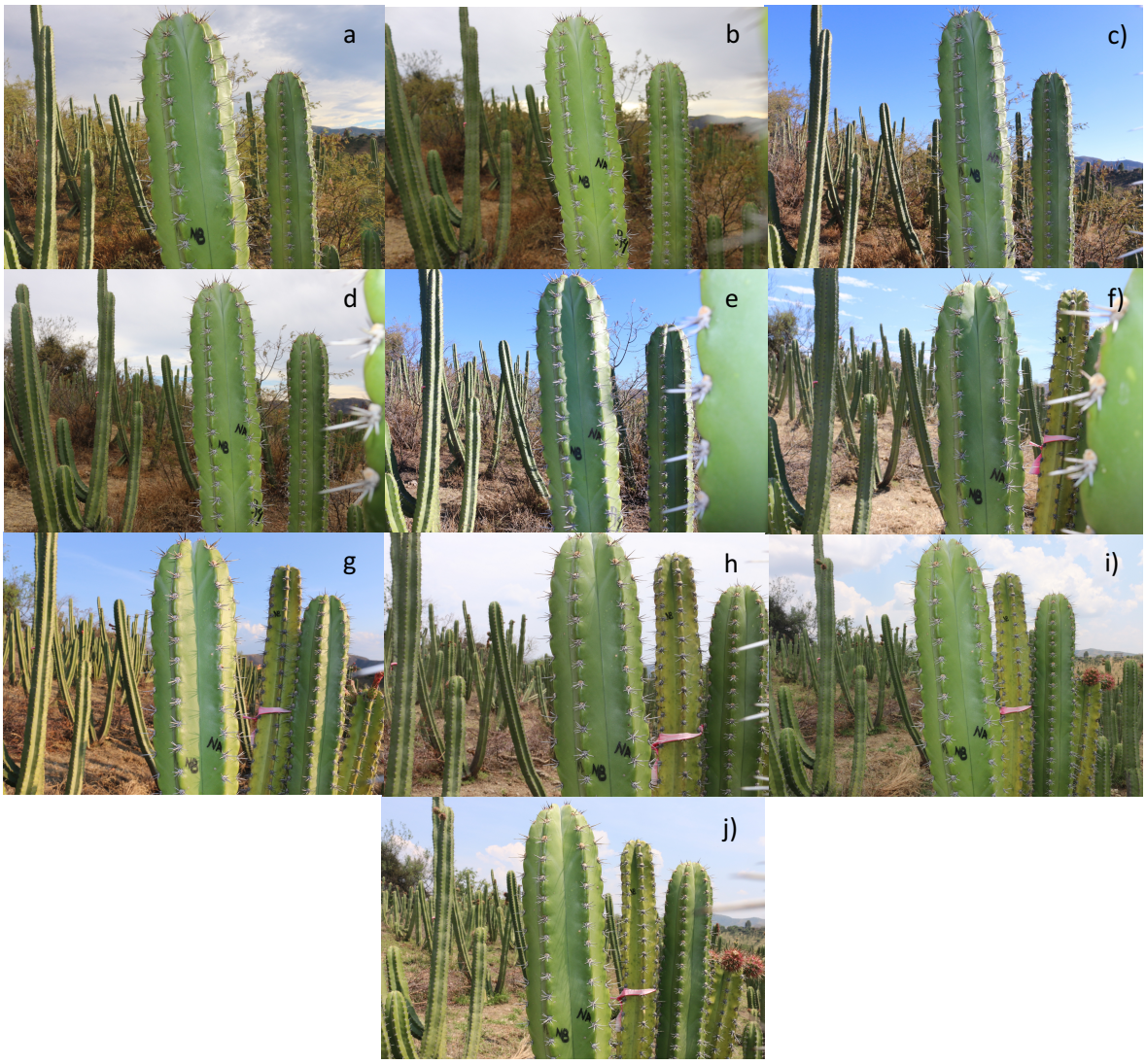


Fig. 59. Individuo R4 (Roja 4), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.



Fig. 60. Individuo R5 (Roja 5), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

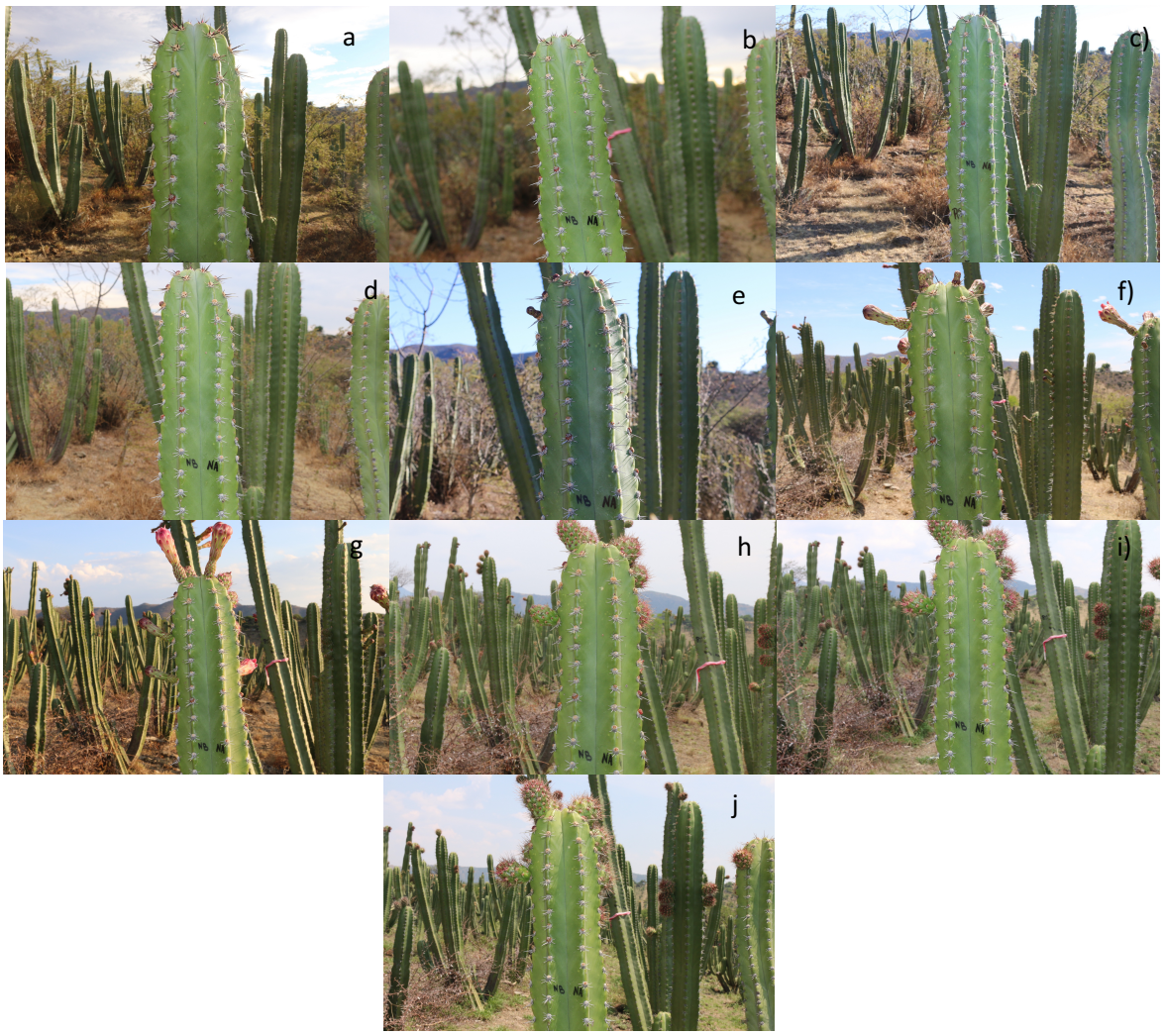


Fig. 61. Individuo R5 (Roja 5), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.



Fig. 62. Individuo R6 (Roja 6), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.



Fig. 63. Individuo R6 (Roja 6), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

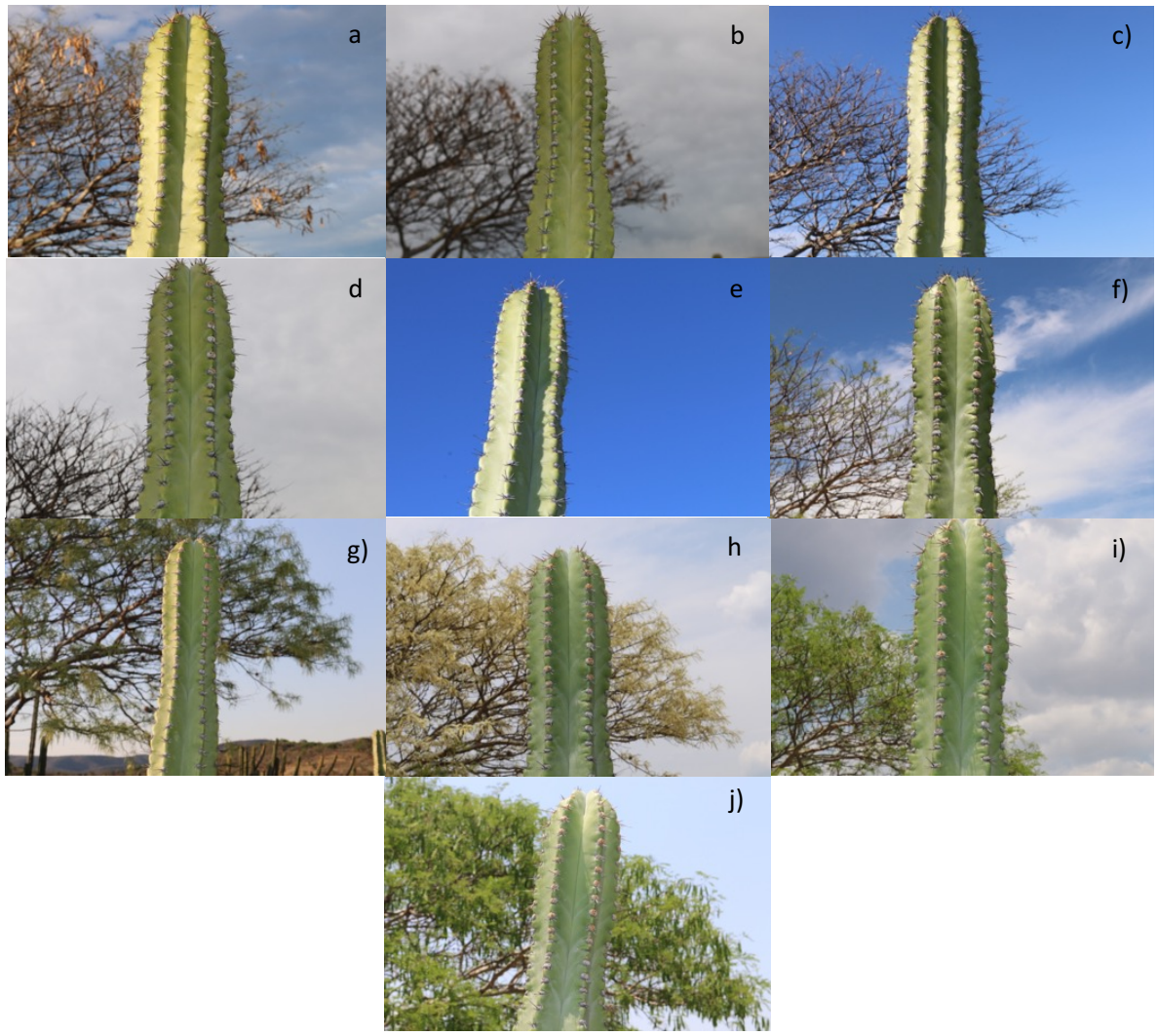


Fig. 64. Individuo R11 (Roja 11), SA: Orientación sur de la costilla 1. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

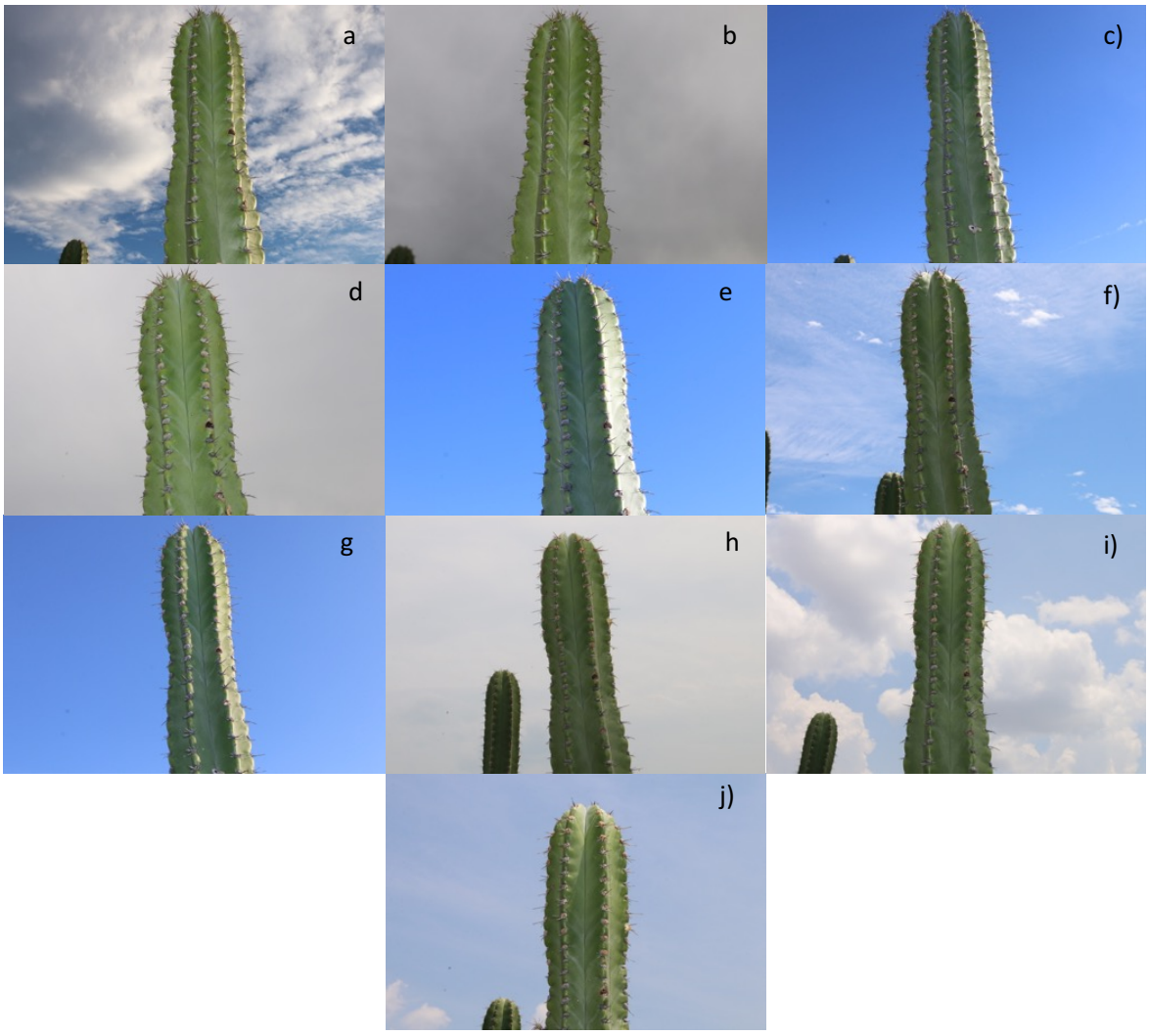


Fig. 65. Individuo R11 (Roja 11), NA: Orientación norte de la costilla 1. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo, g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

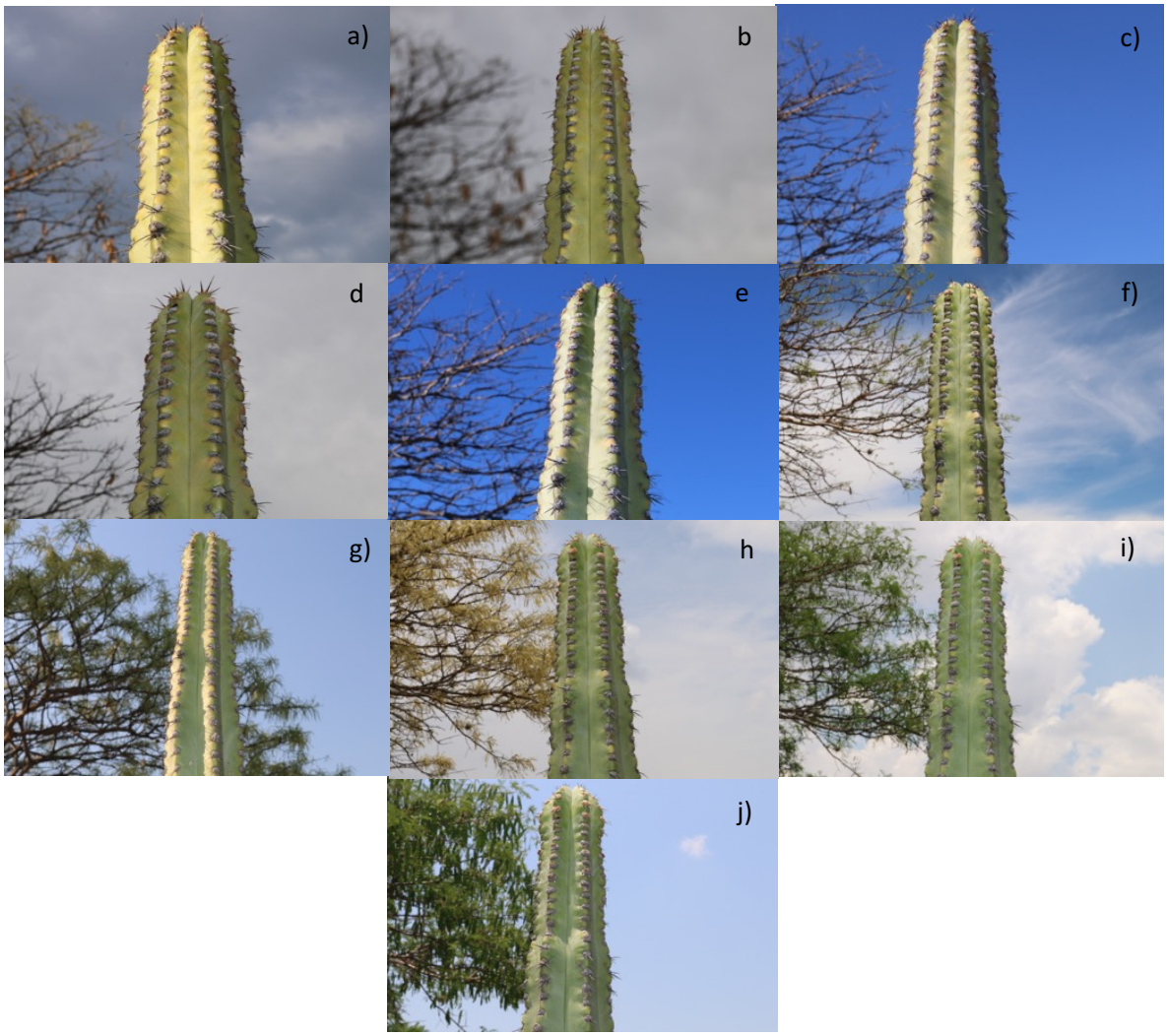


Fig. 66. Individuo R2 (Roja 2), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

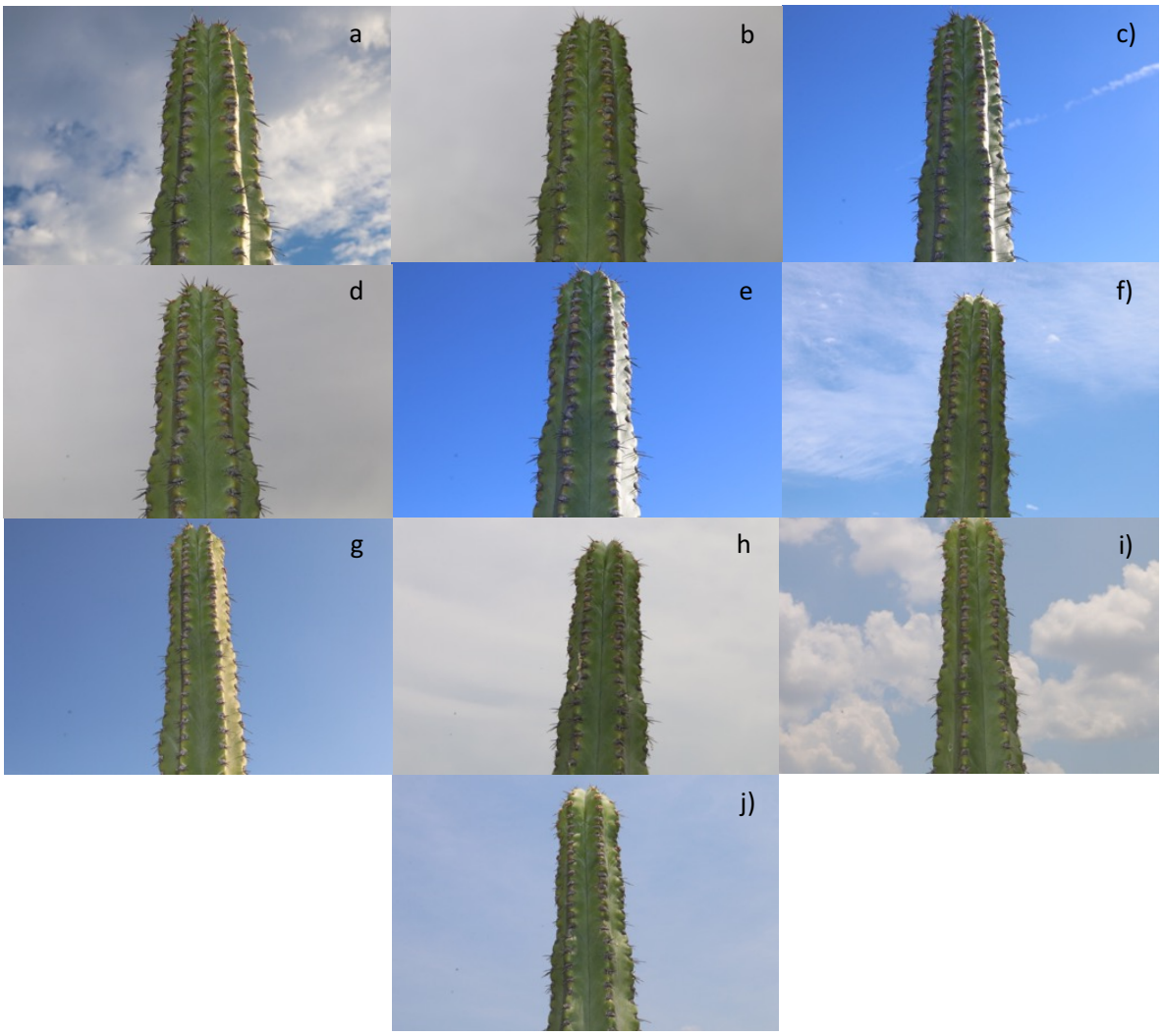


Fig. 67. Individuo R12 (Roja 12), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

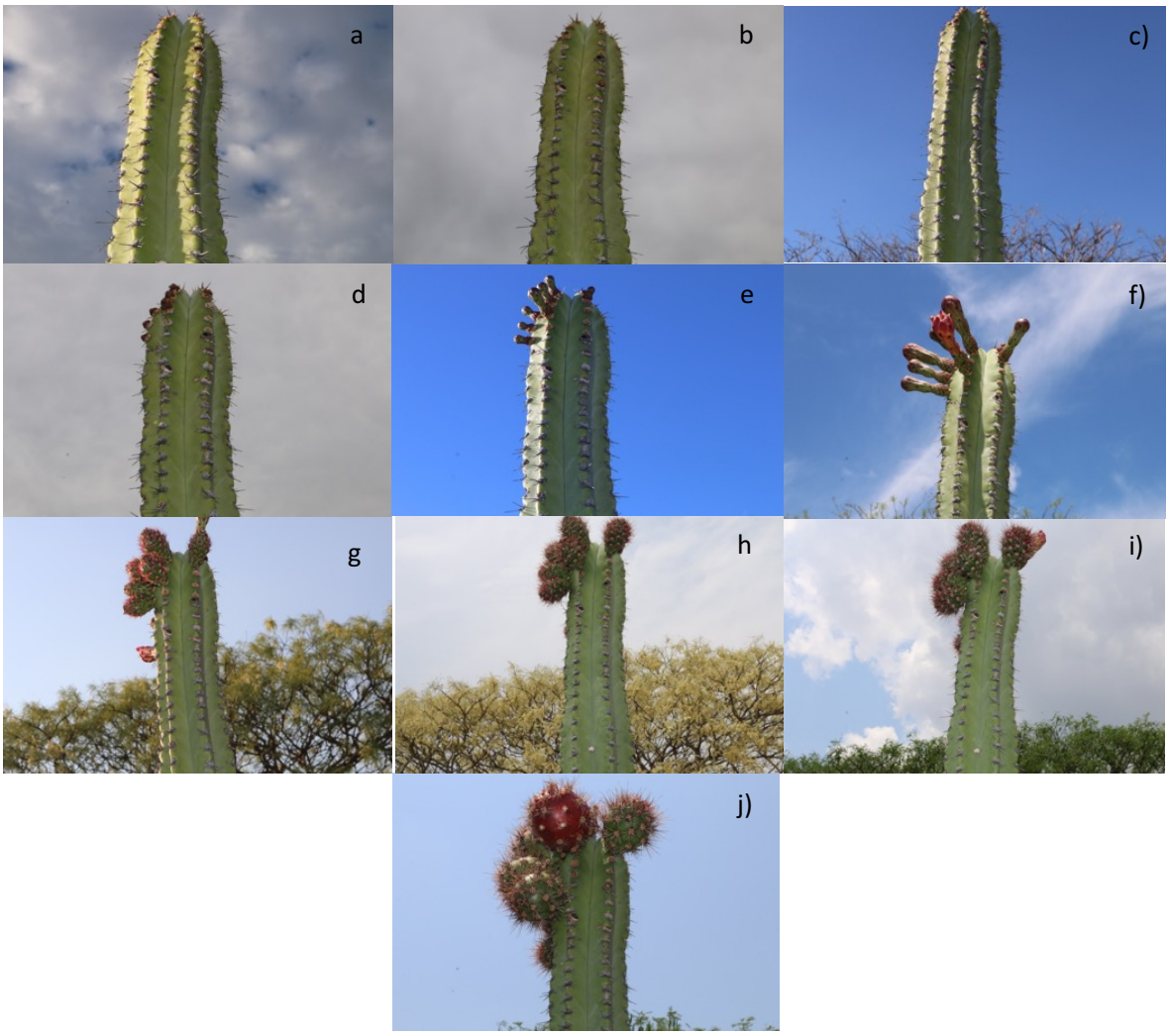


Fig. 68. Individuo R13 (Roja 13), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

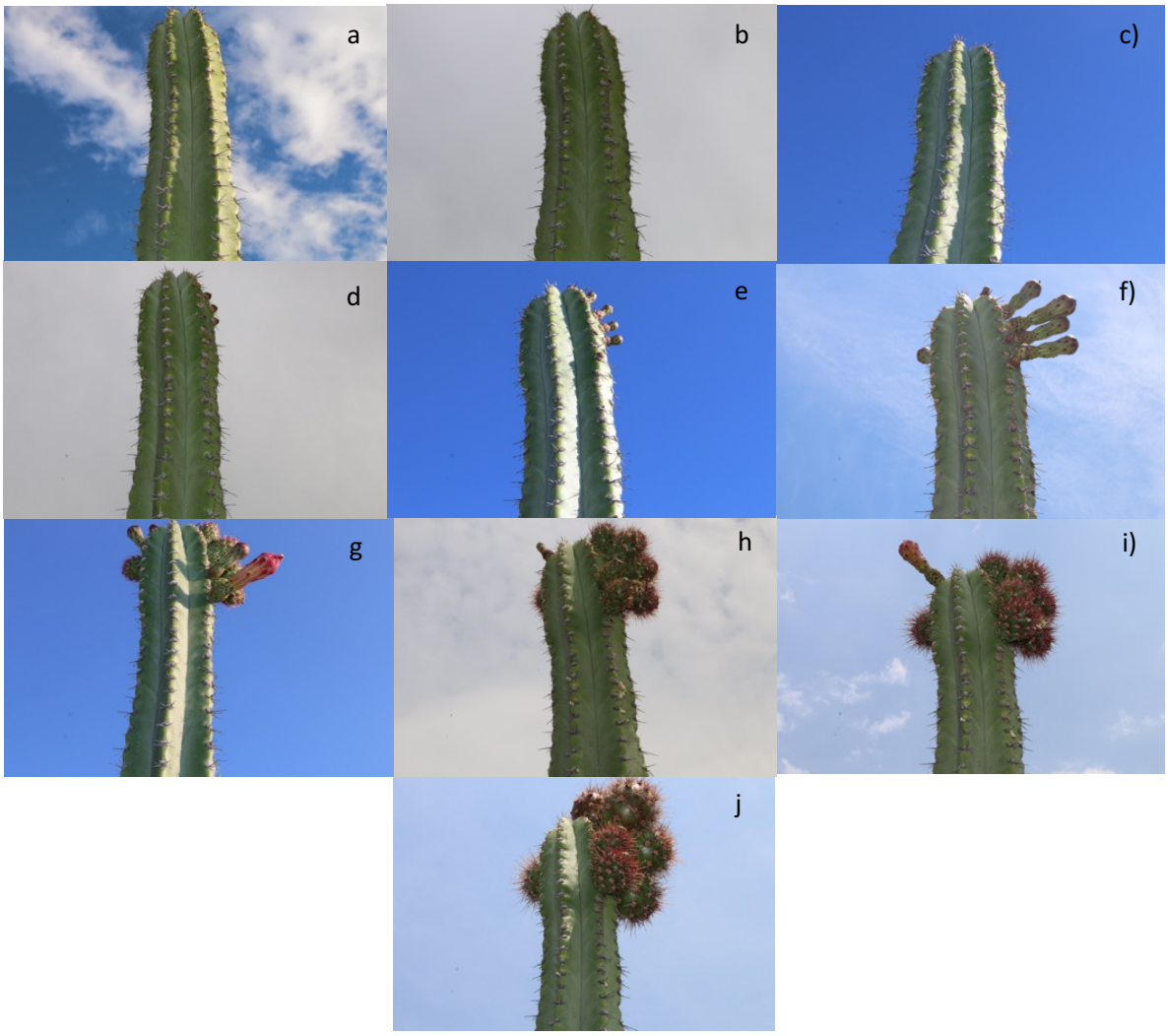


Fig. 69. Individuo R13 (Roja 13), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

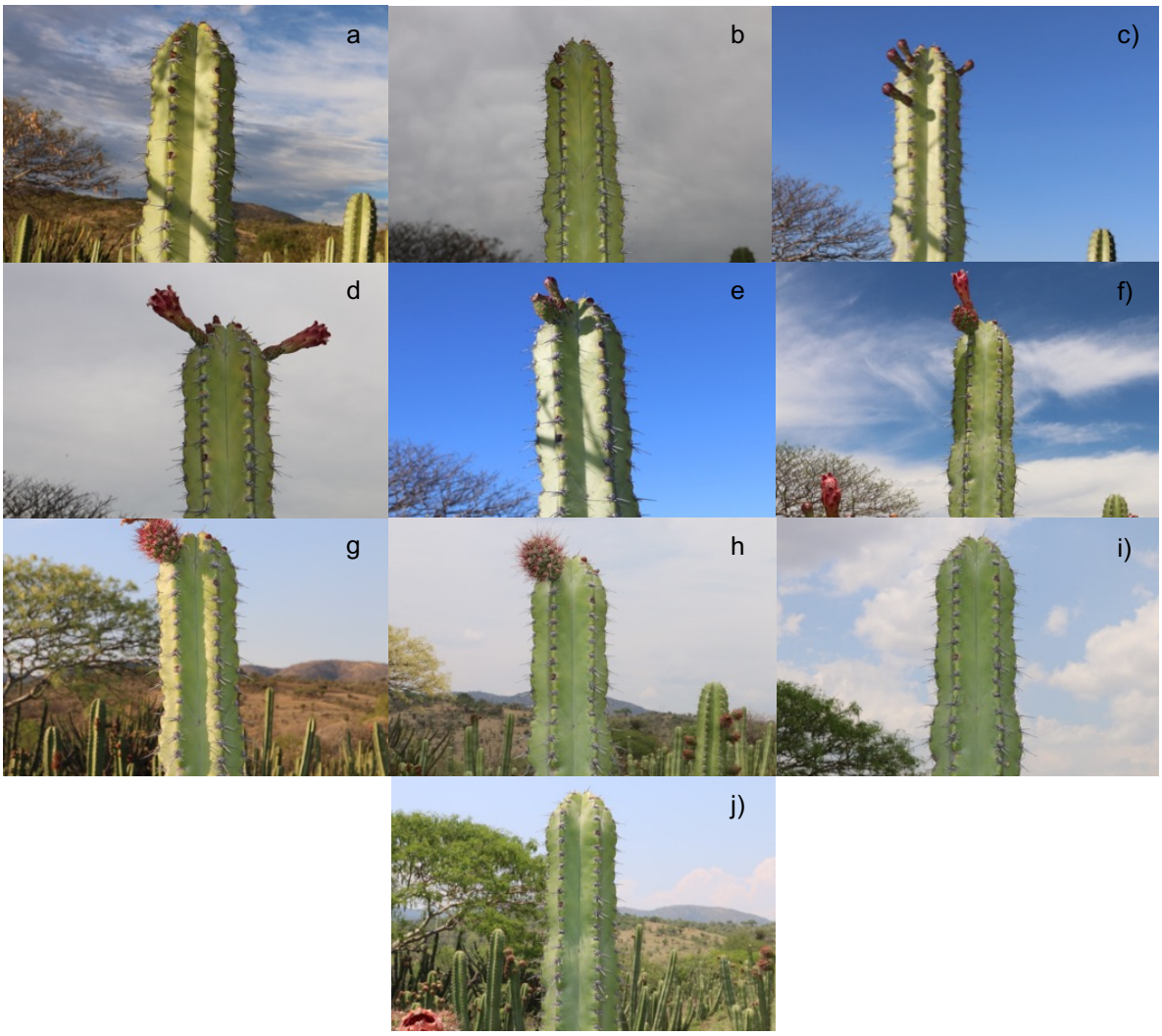


Fig. 70. Individuo R14 (Roja 14), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación su de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016..

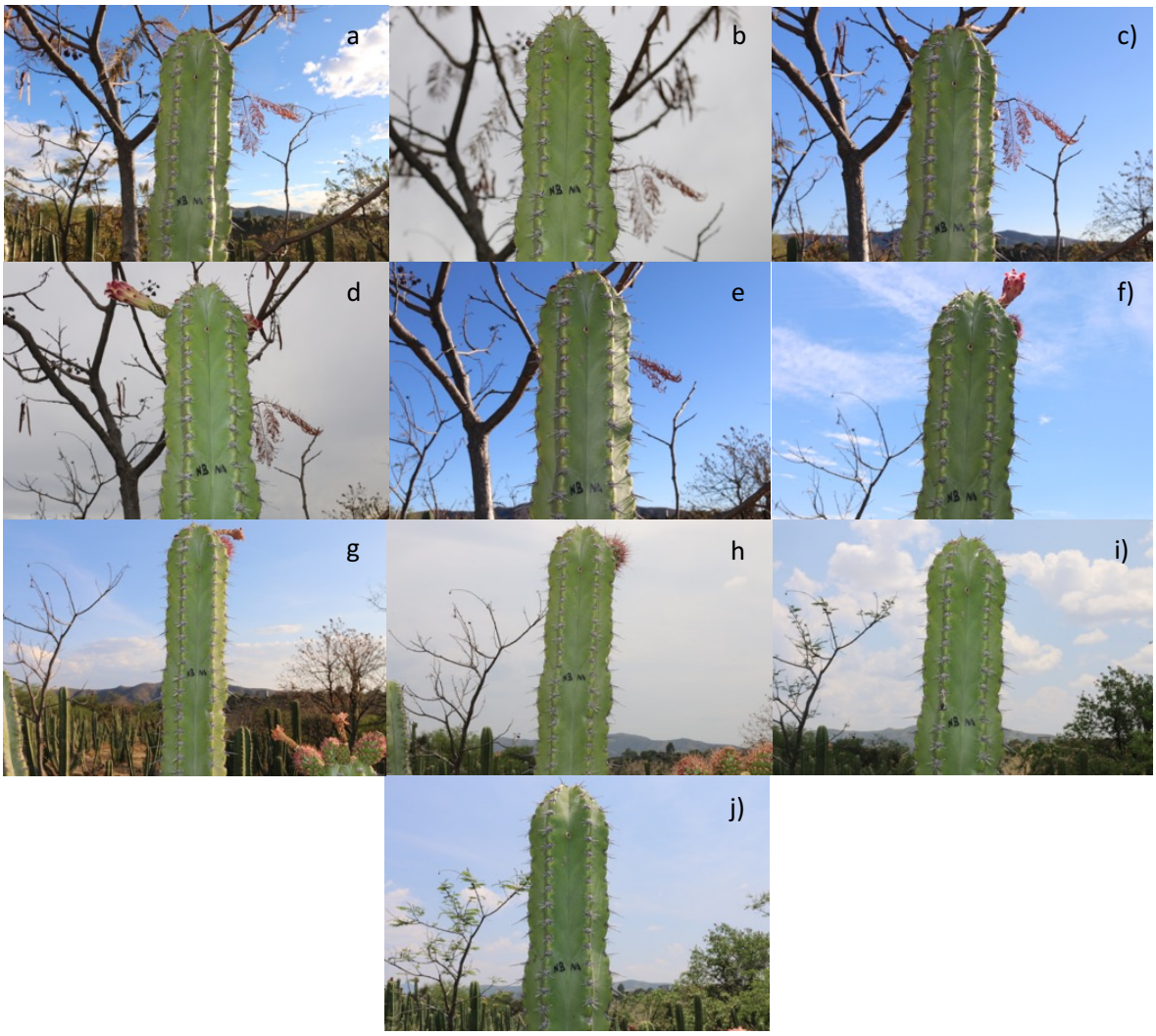


Fig. 71. Individuo R14 (Roja 14), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

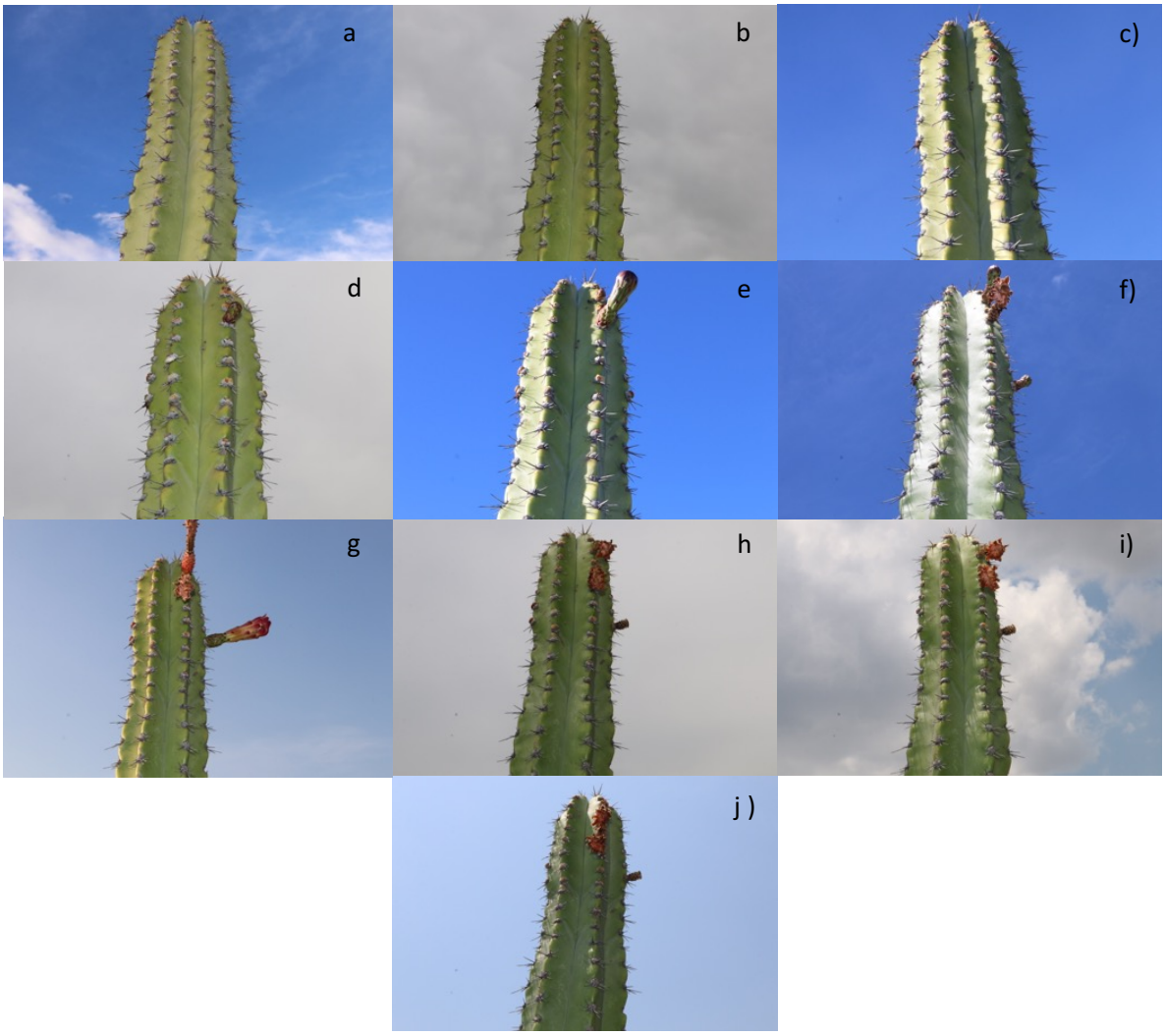


Fig. 72. Individuo R5 (Roja 5), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

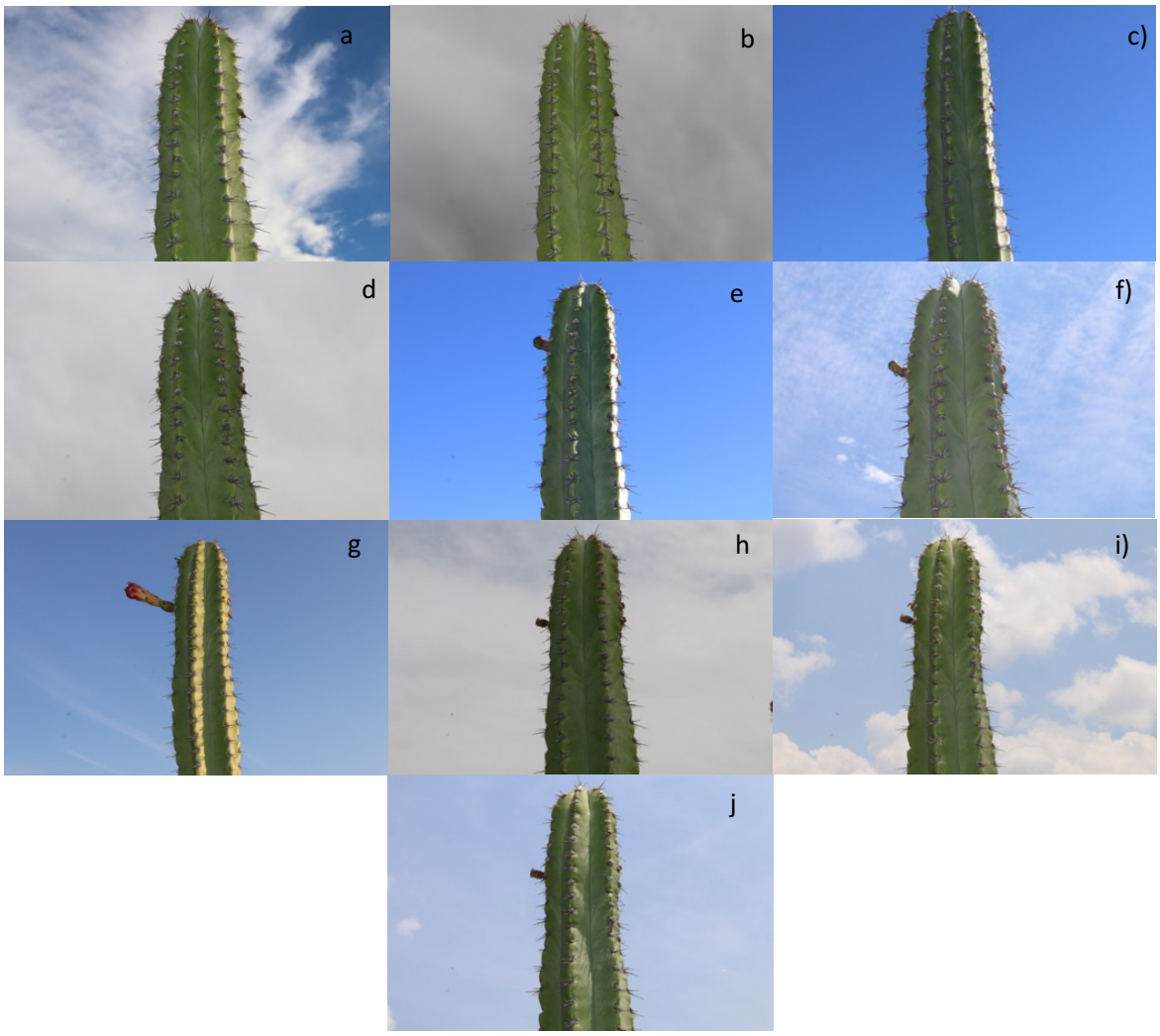


Fig. 73. Individuo R15 (Roja 15), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

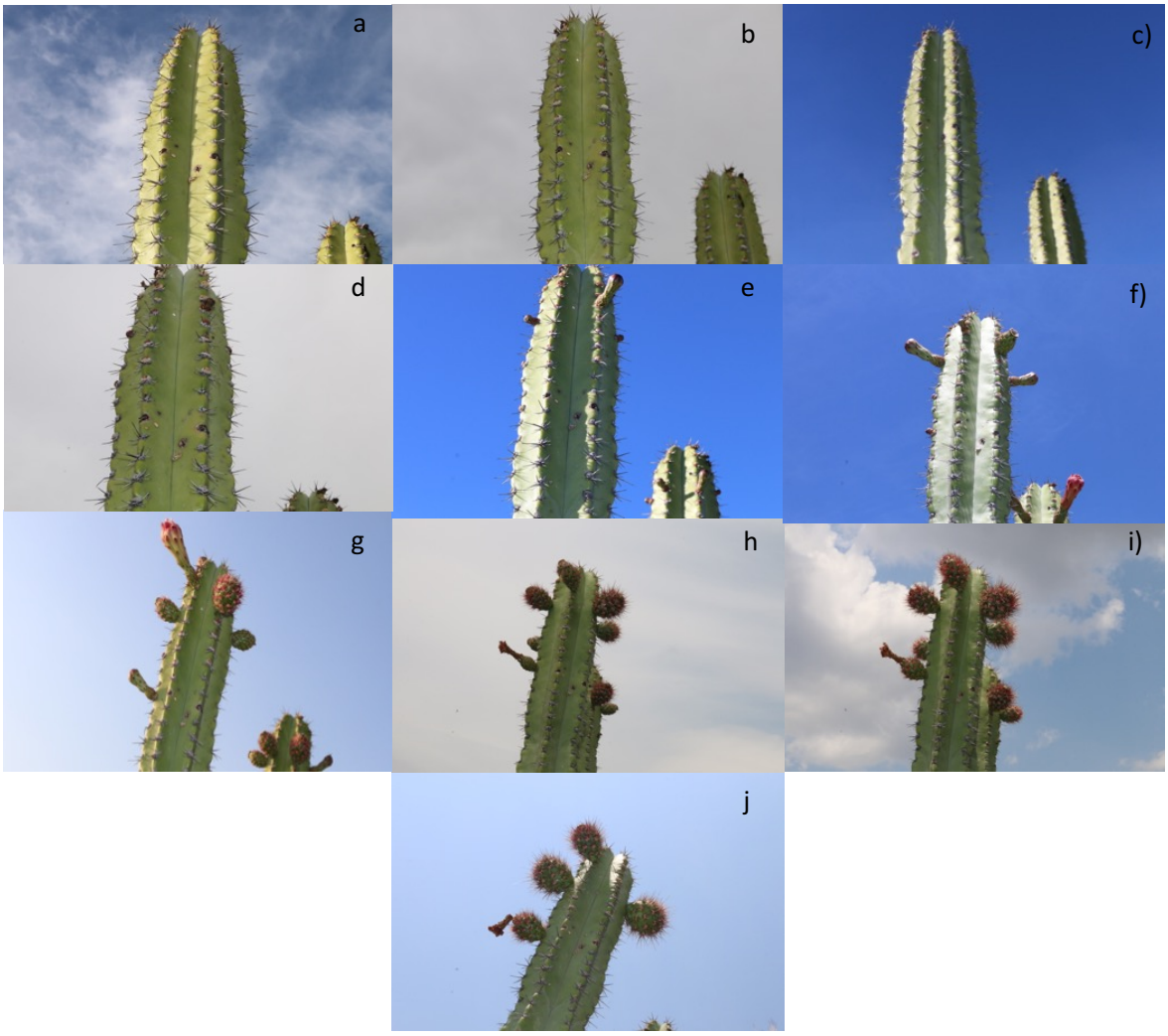


Fig. 74. Individuo R6 (Roja 6), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

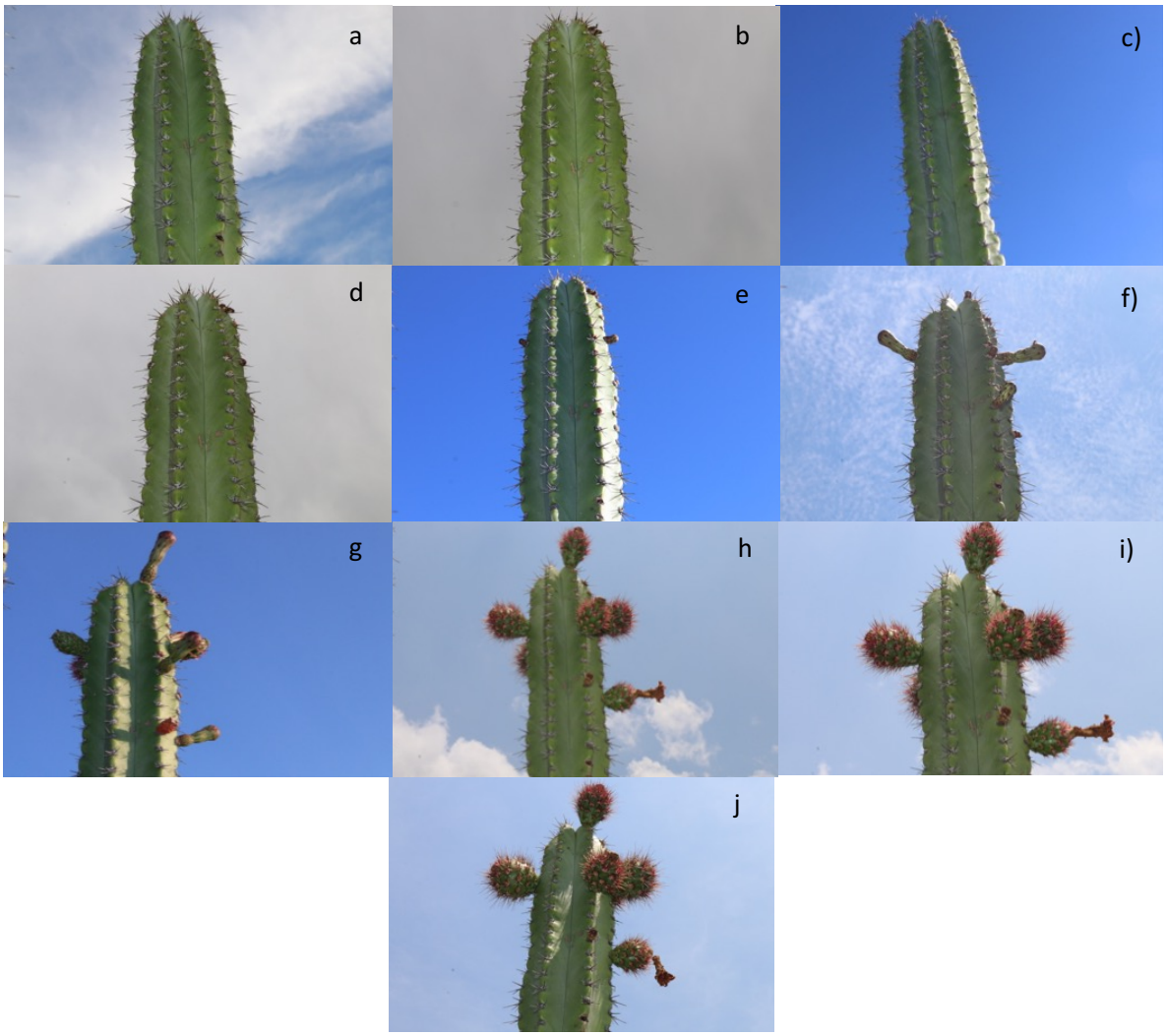


Fig. 75. Individuo R6 (Roja 6), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

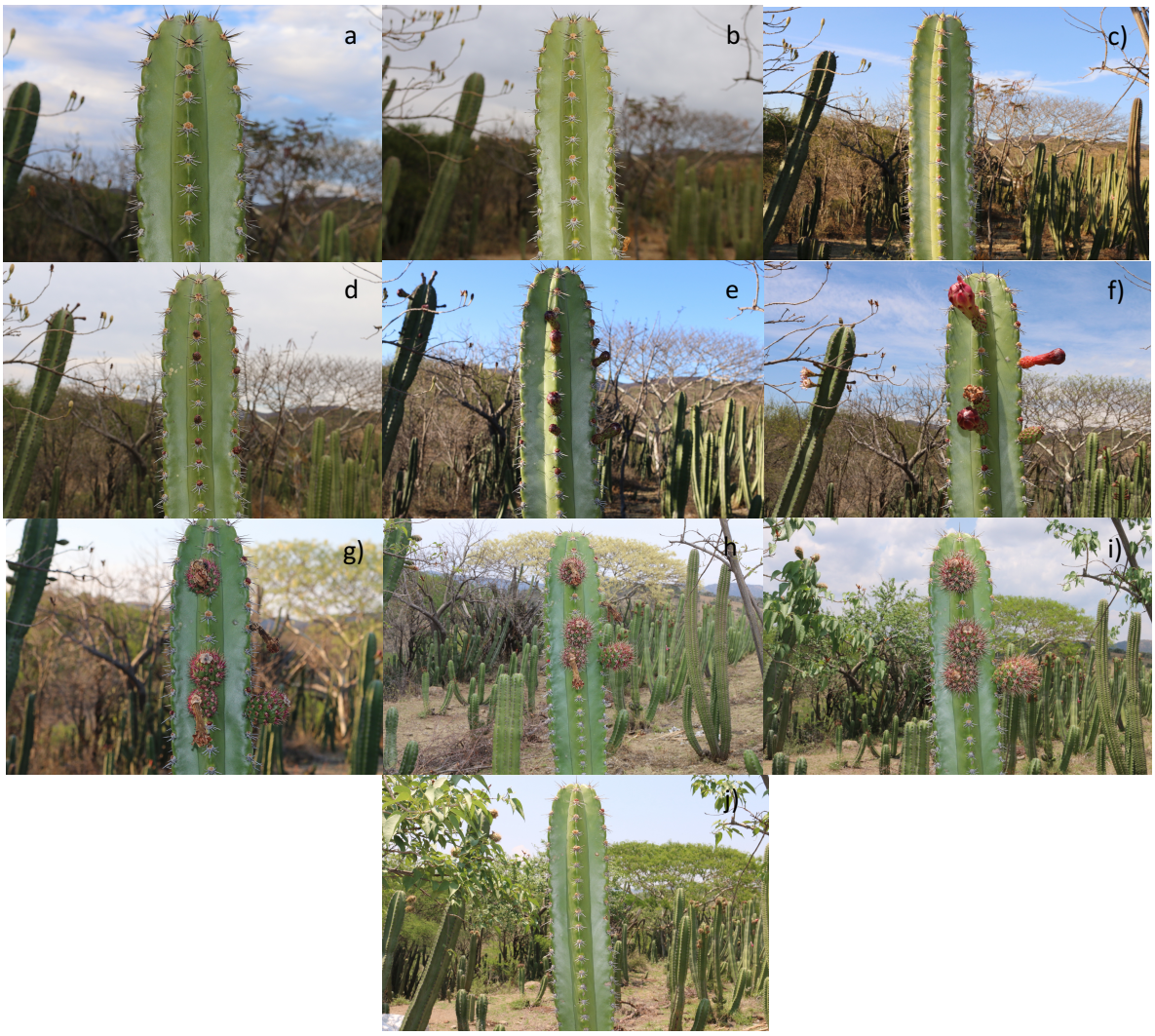


Fig. 76. Individuo J1 (Jarro 1), SA: Orientación sur de la costilla 1. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.



Fig. 77. Individuo J1 (Jarro 1), NA: Orientación norte de la costilla 1. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo, g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.



Fig. 78. Individuo J2 (Jarro 2), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016..



Fig. 79. Individuo J2 (Jarro 2), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

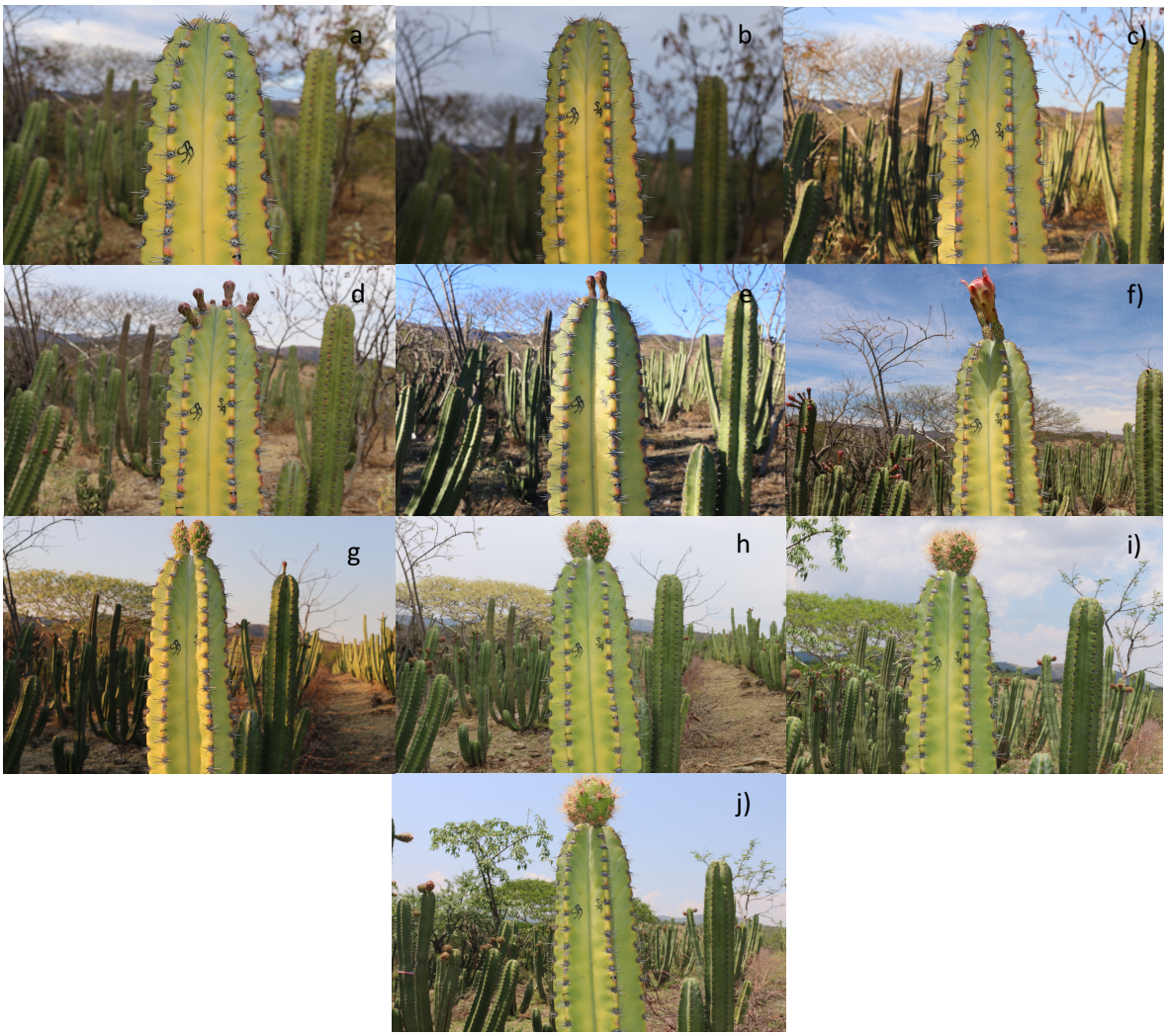


Fig. 80. Individuo J3 (Jarro 3), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

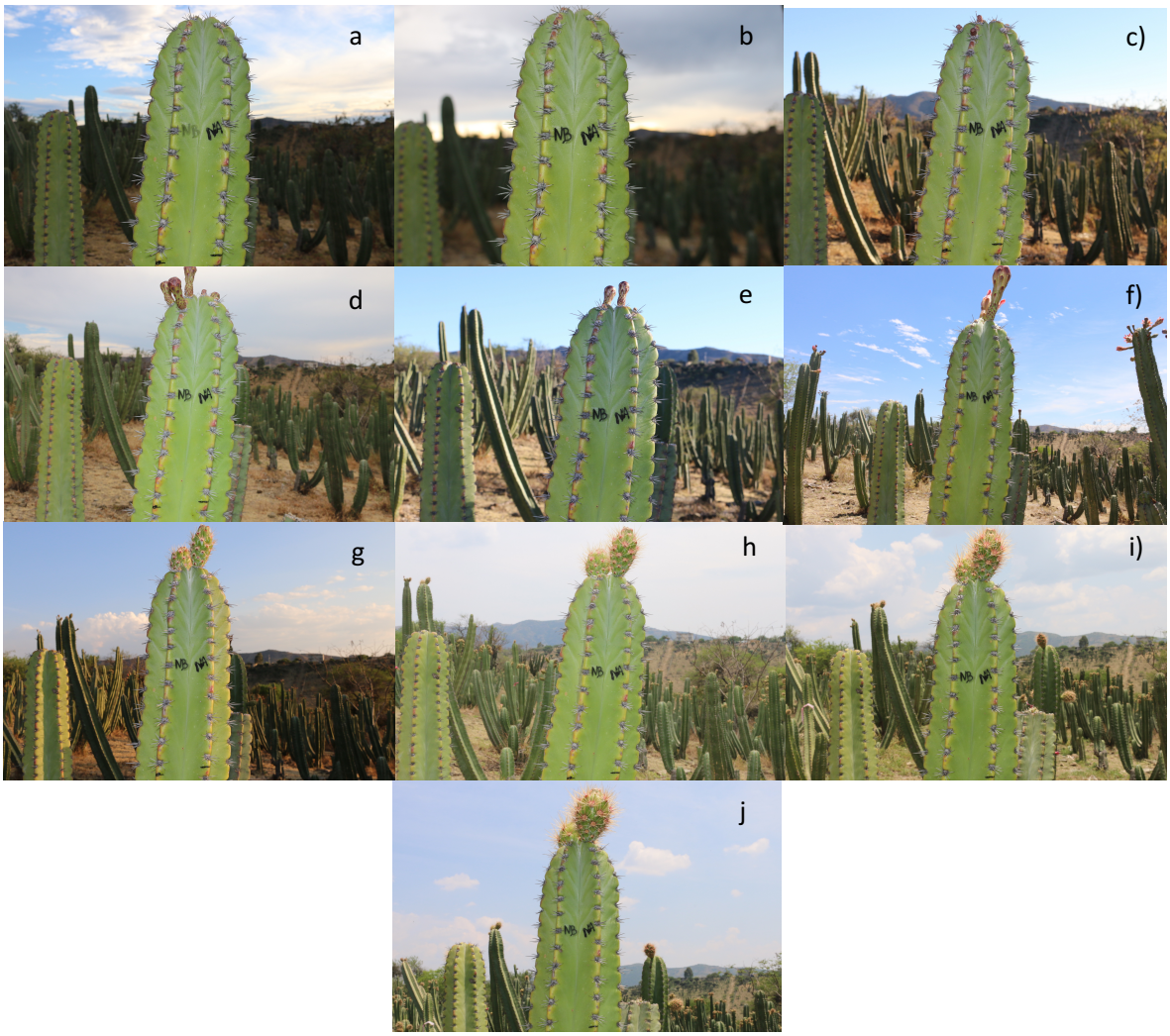


Fig. 81. Individuo J3 (Jarro 3), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.



Fig. 82. Individuo J4 (Jarro 4), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación su de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016..



Fig. 83. Individuo J4 (Jarro 4), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

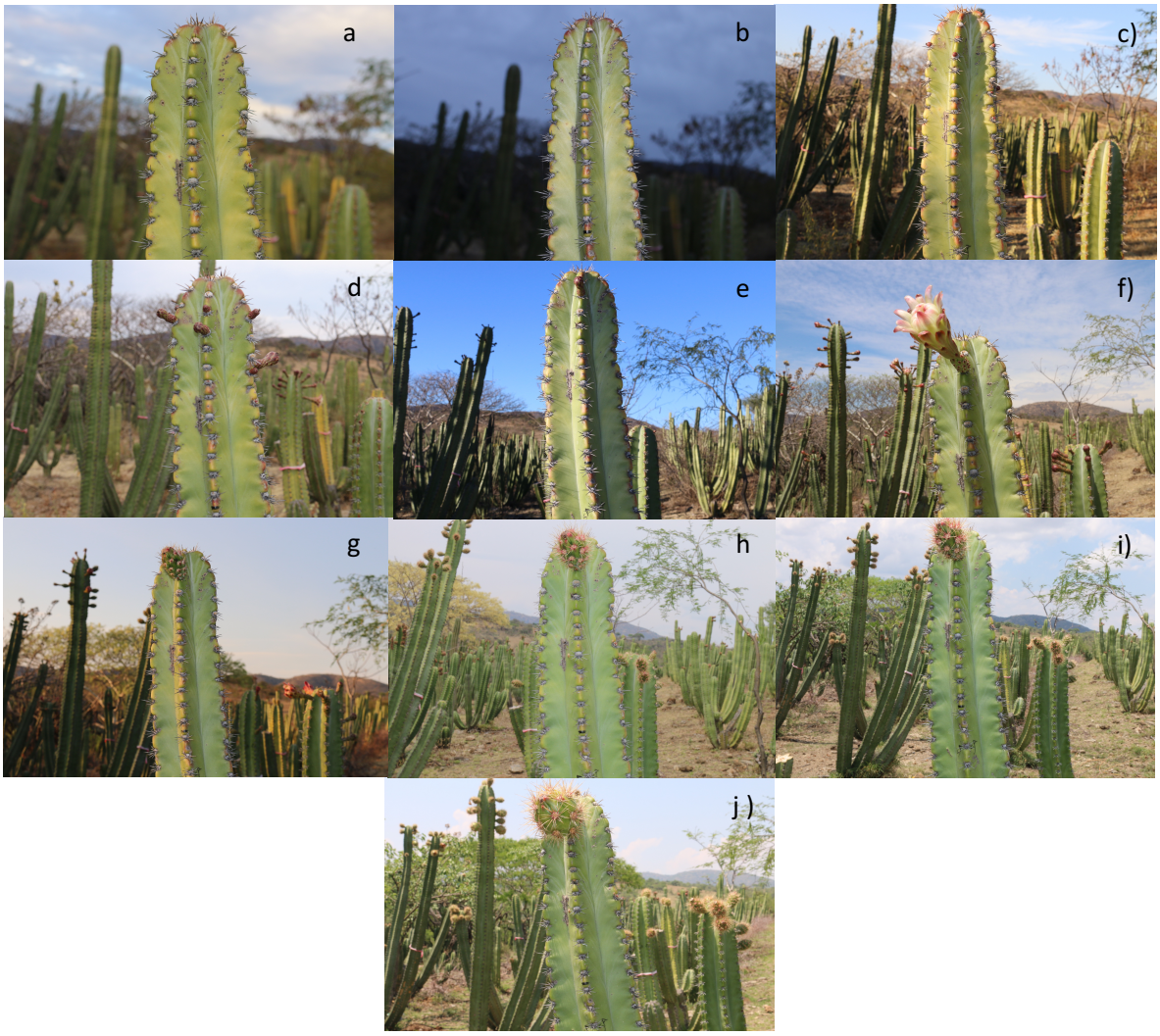


Fig. 84. Individuo J5 (Jarro 5), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.



Fig. 85. Individuo J5 (Jarro 5), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.



Fig. 86. Individuo J6 (Jarro 6), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

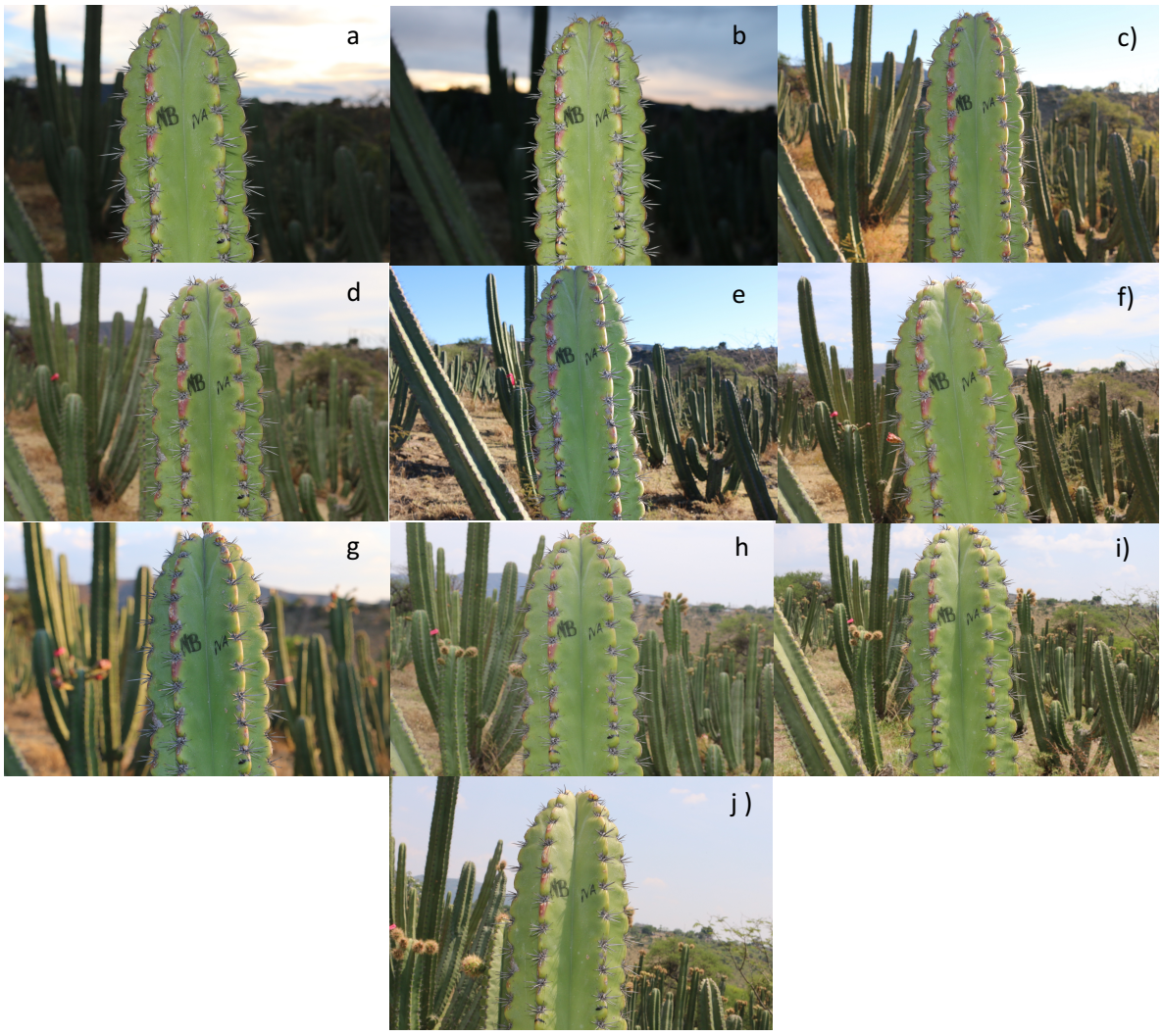


Fig. 87. Individuo J6 (Jarro 6), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.



Fig. 88. Individuo J11 (Jarro 11), SA: Orientación sur de la costilla 1. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.



Fig. 89. Individuo J11 (Jarro 11), NA: Orientación norte de la costilla 1. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo, g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

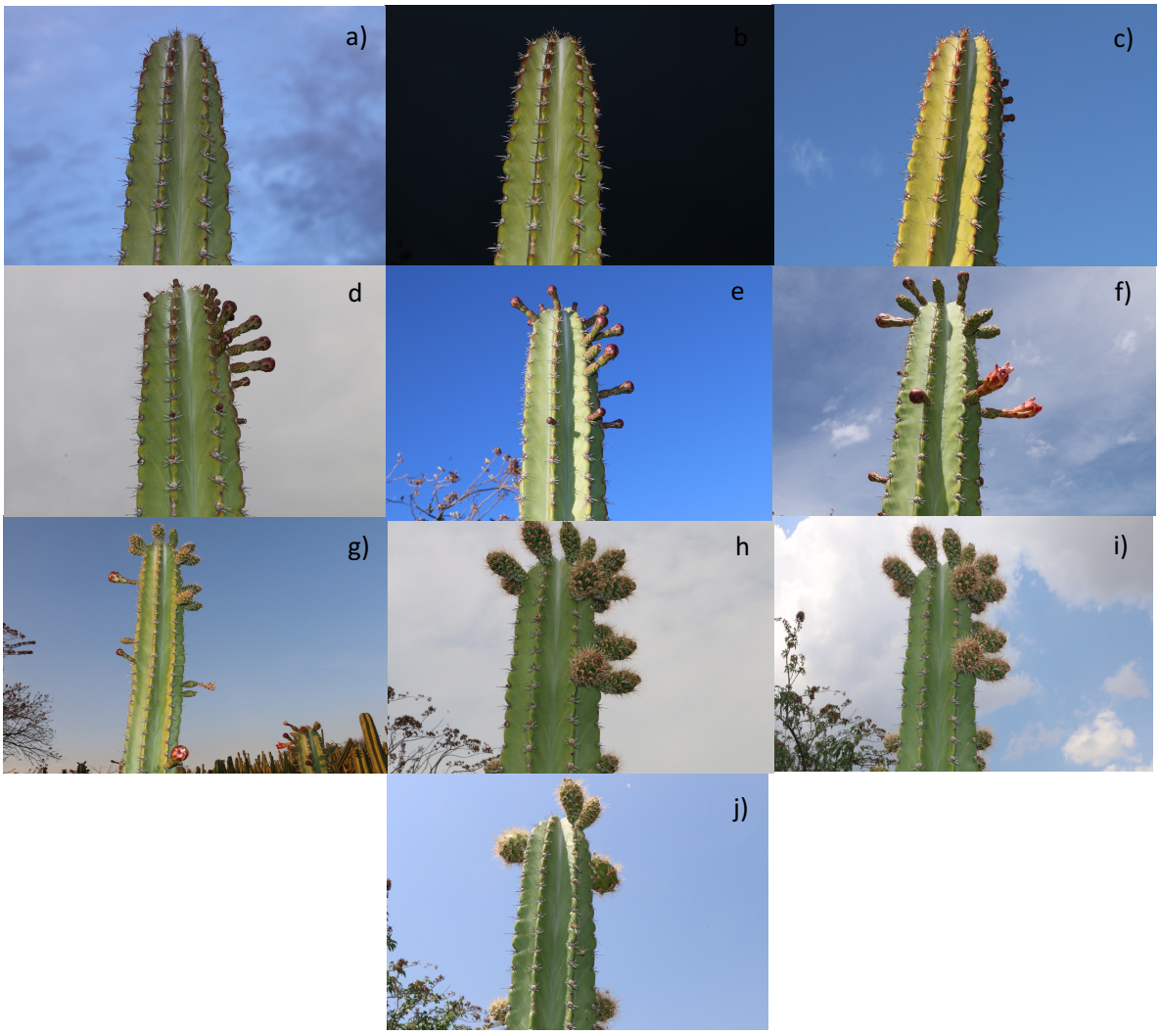


Fig. 90. Individuo J12 (Jarro 12), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.



Fig. 91. Individuo J12 (Jarro 12), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

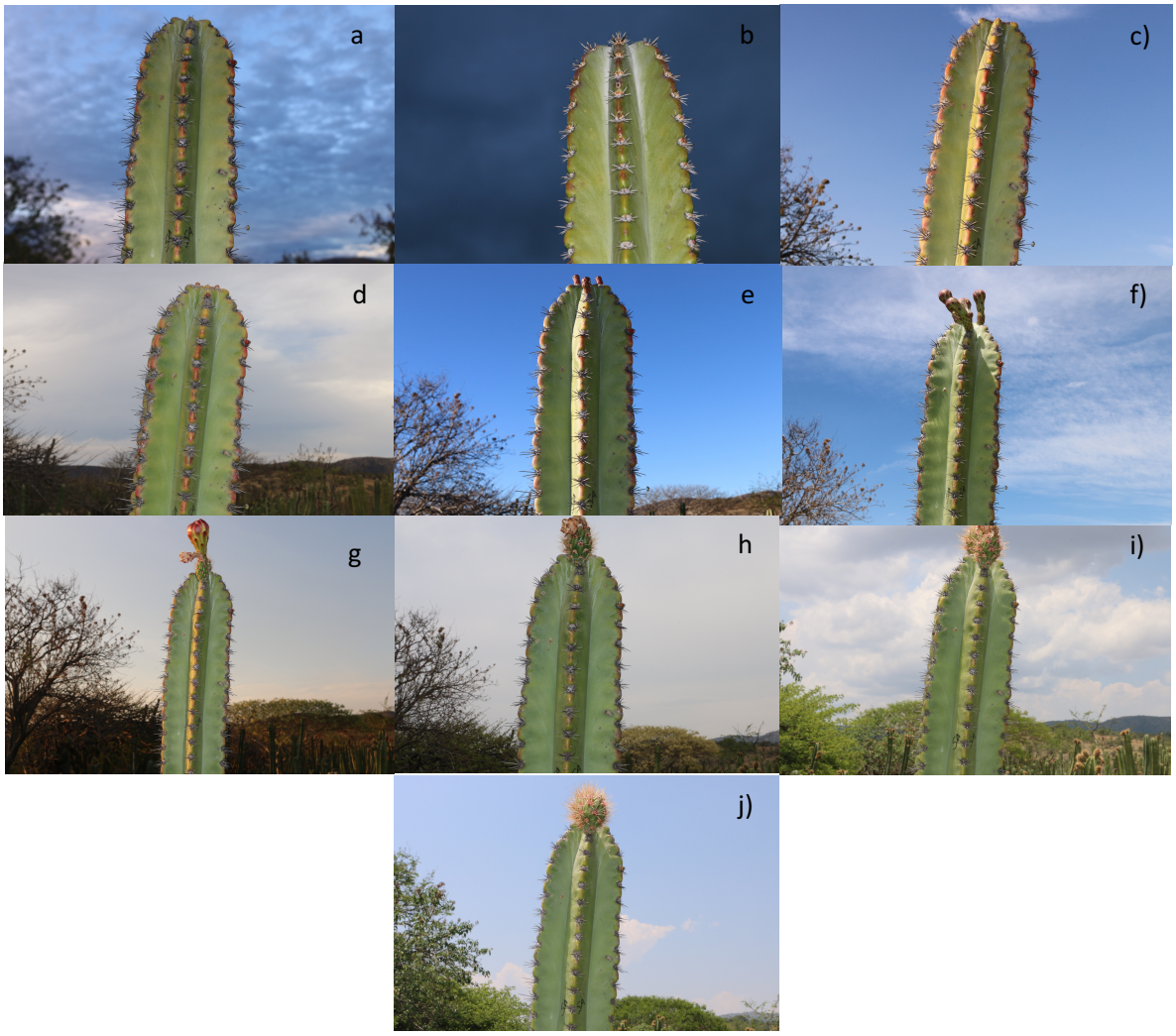


Fig. 92. Individuo J13 (Jarro 13), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

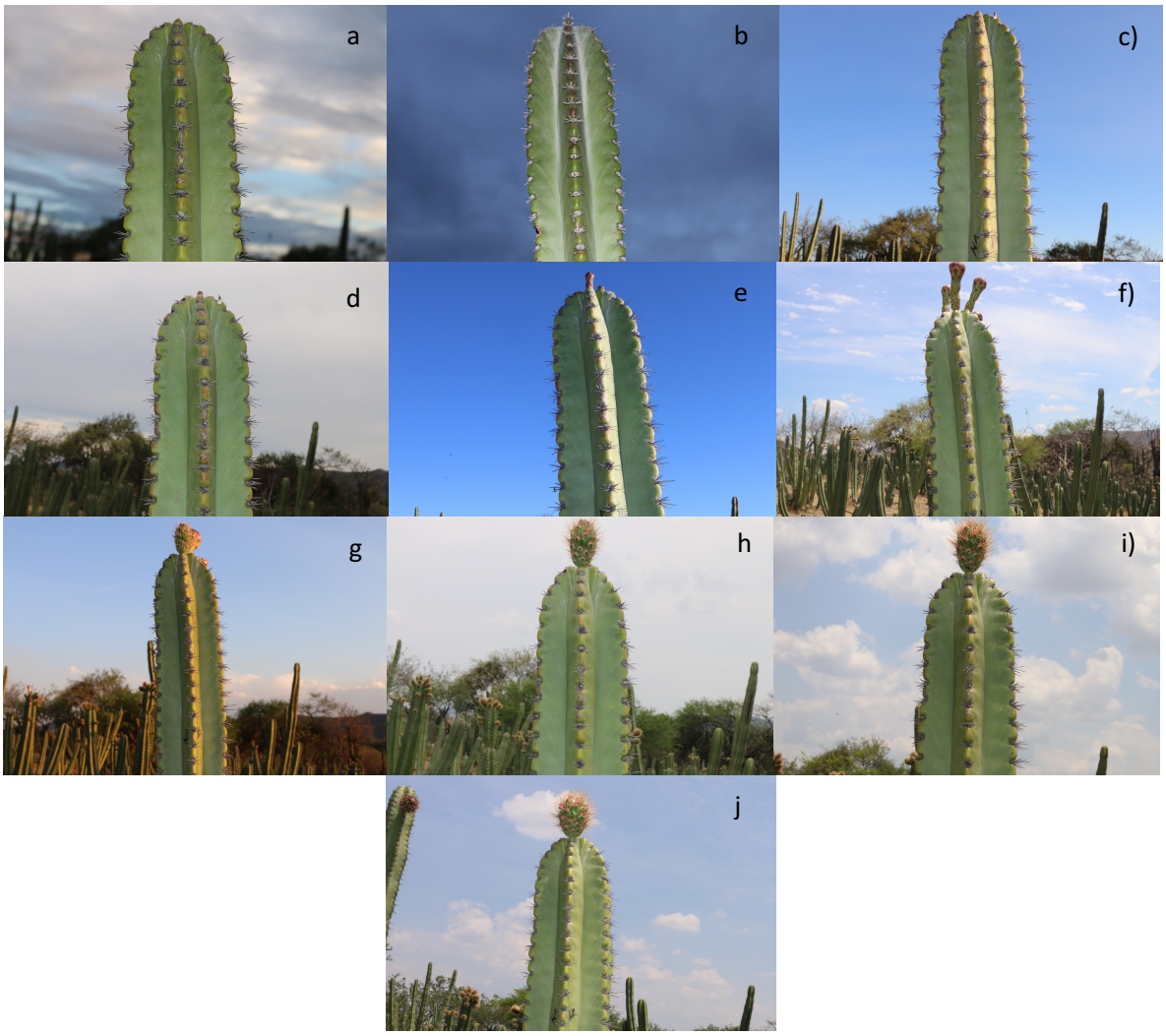


Fig. 93. Individuo J13 (Jarro 13), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

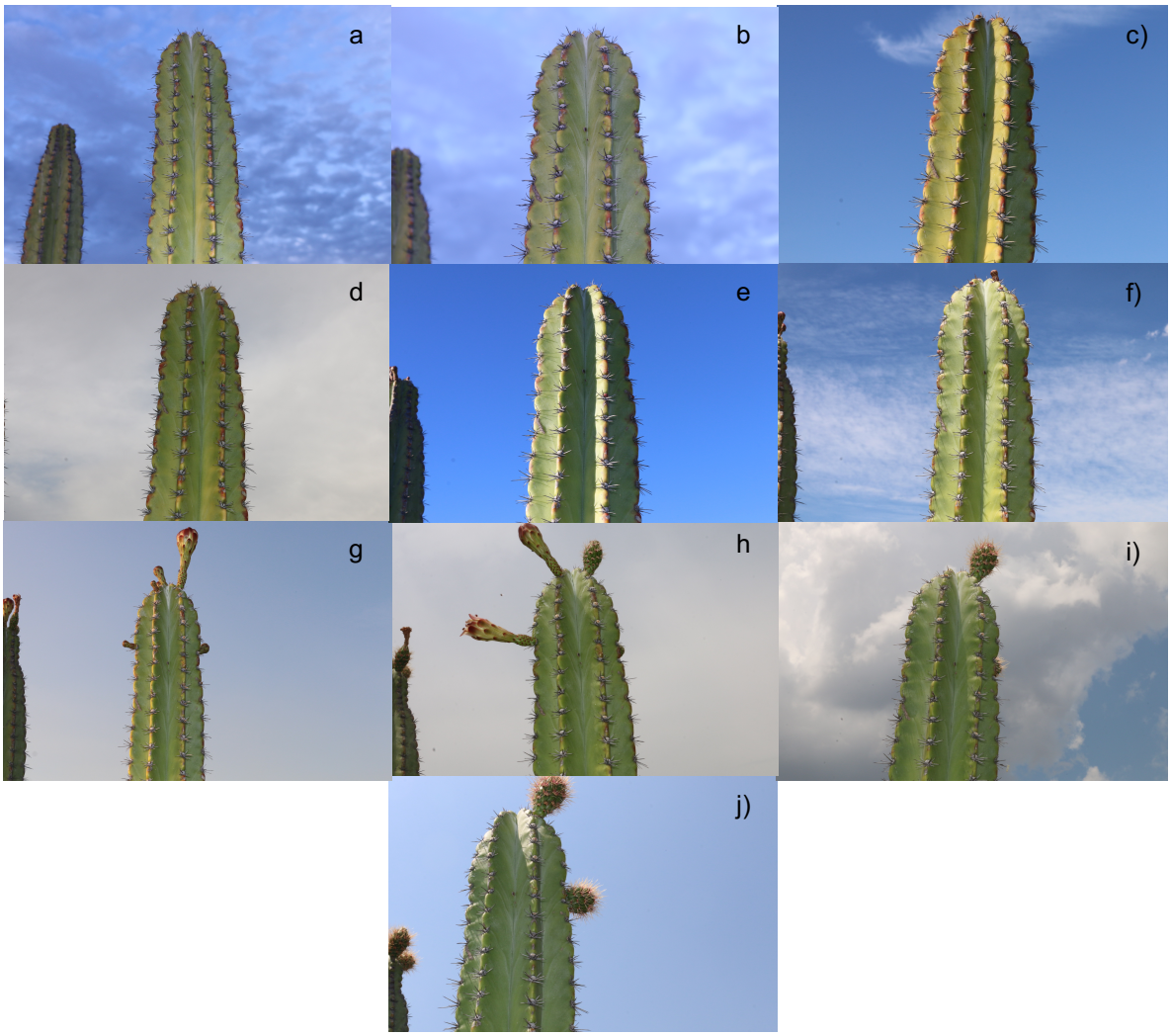


Fig. 94. Individuo J14 (Jarro 14), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación su de la costilla 2.
a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016..

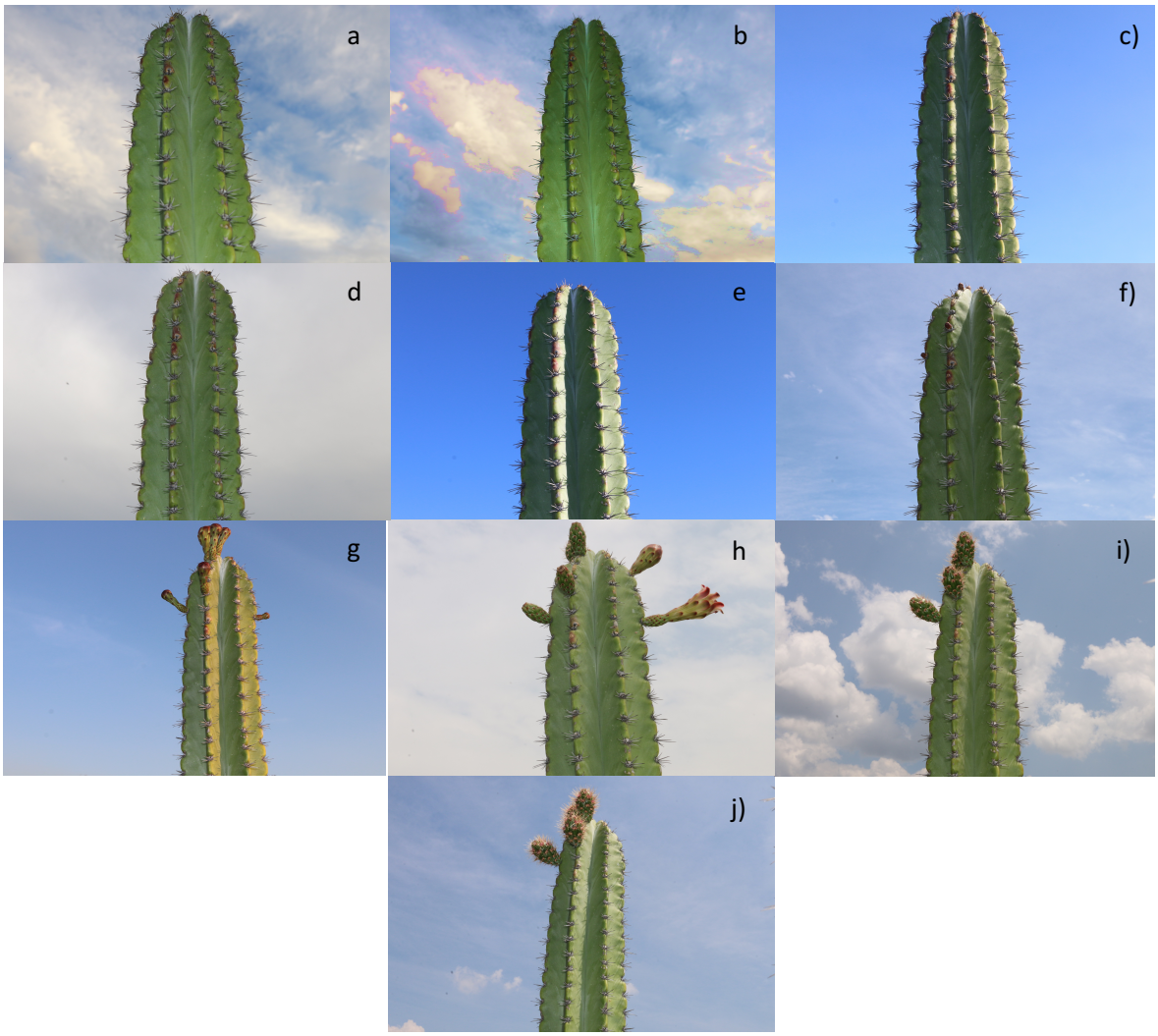


Fig. 95. Individuo J14 (Jarro 14), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo, Temporada 2016.

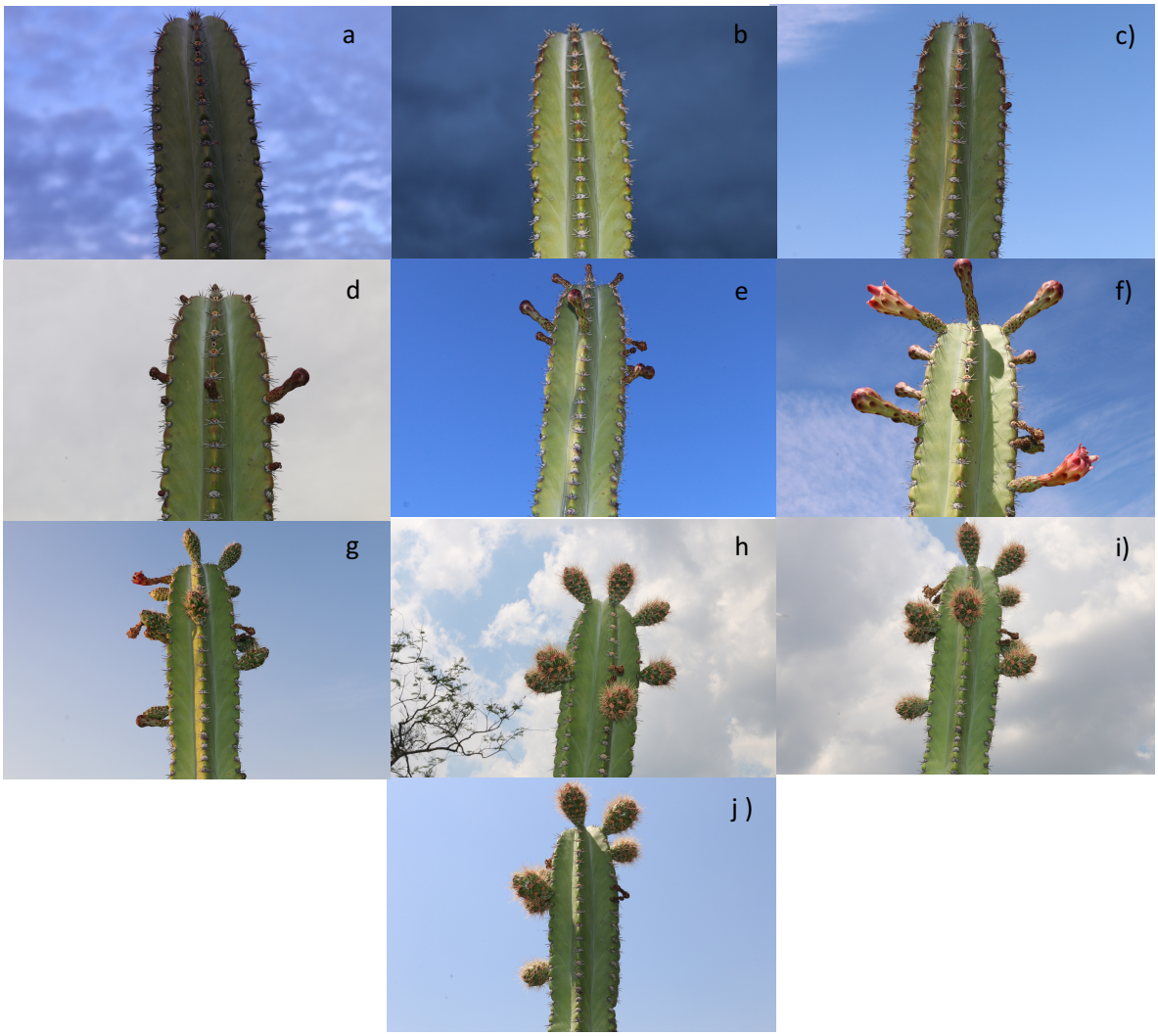


Fig. 96. Individuo J5 (Jarro 5), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

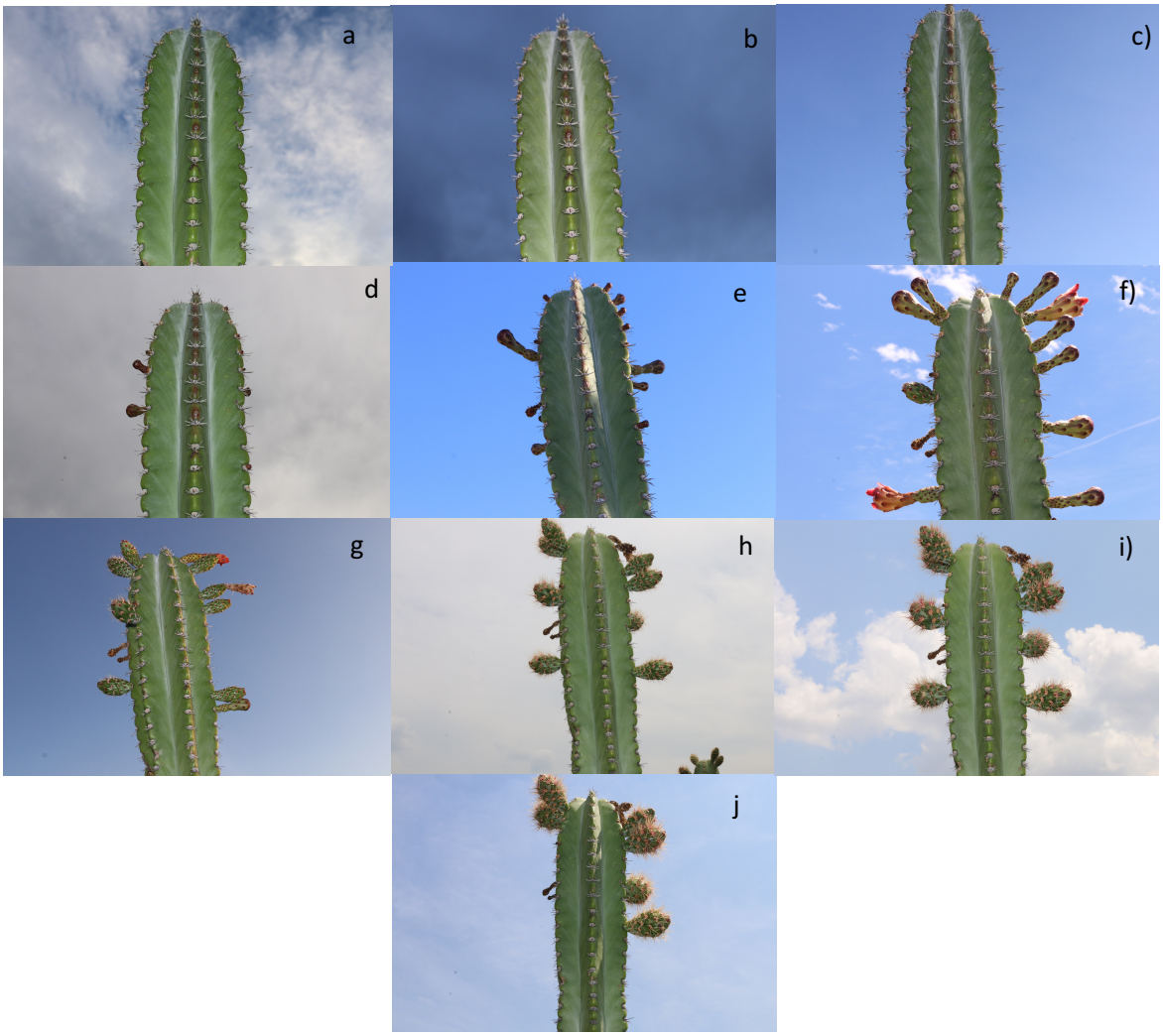


Fig. 97. Individuo J15 (Jarro 15), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

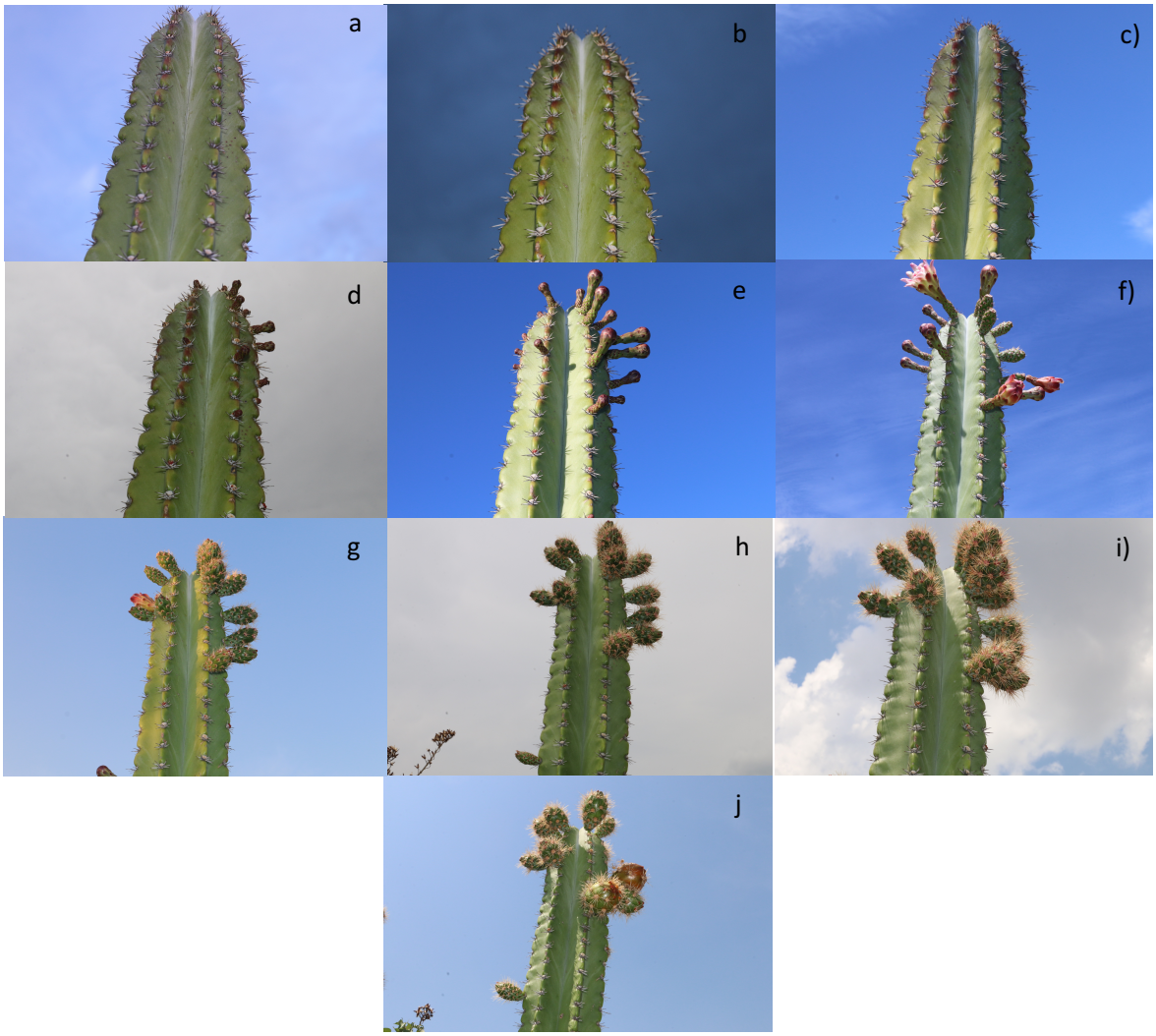


Fig. 98. Individuo J16 (Jarro 16), SA: Orientación sur de la costilla 1, SB: Orientación sur de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

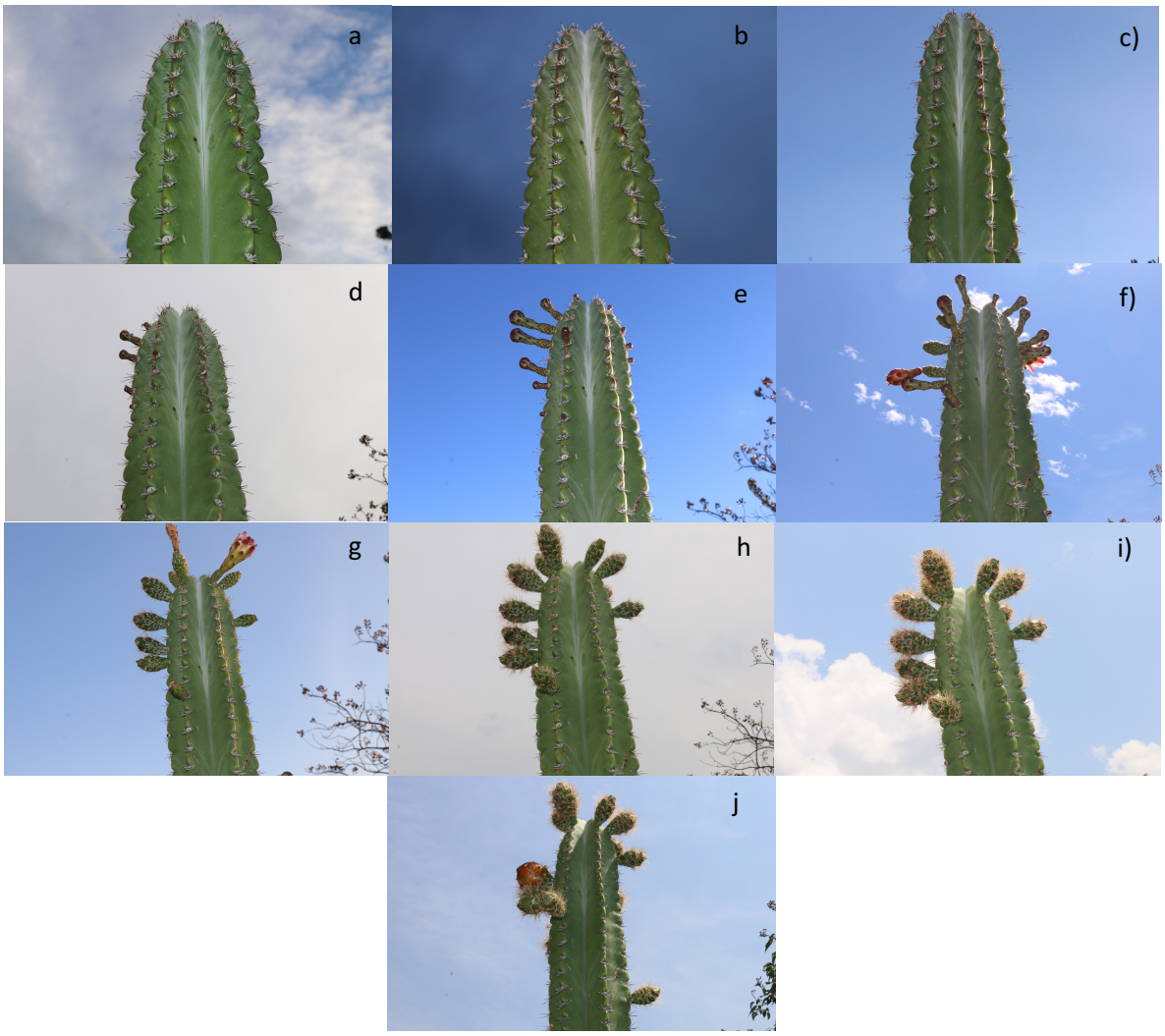


Fig. 99. Individuo J16 (Jarro 16), NA: Orientación norte de la costilla 1, NB: Orientación norte de la costilla 2. a) 15-enero, b) 29-enero, c) 12-febrero, d) 26-febrero, e) 11-marzo, f) 25-marzo , g) 08-abril, h) 22-abril, i) 06–mayo, j) 20-mayo. Temporada 2016.

ANEXO 5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA TEMPORADA 2016.

Cuadro 14. Resultados del Análisis de varianza de primordios.

Variable	G.L.	SC	CM	F	p
Cultivar	1	196.0208	196.0208	3.82	0.064645
Longitud	**1**	**595.0208**	**595.0208**	**11.61**	**0.002796**
Cultivar* Longitud	1	15.1875	15.1875	0.30	0.592248
Error A= Planta(Cultivar* Longitud)	20	1025.25	51.2625		
Orientación	**1**	**438.0208**	**438.0208**	**68.49**	**0.000000**
Cultivar* Orientación	1	3.5208	3.5208	0.55	0.466743
Longitud* Orientación	1	2.5208	2.5208	0.39	0.537236
Cultivar* Longitud* Orientación	1	7.5208	7.5208	1.18	0.291093
Error B	20	127.9167	6.3958		

α<0.05

Error A= Planta(Cultivar* Longitud)
Error B= Planta* Orientación(Cultivar* Longitud)

Cuadro 15. Resultados del Análisis de varianza de botones producidos.

Variable	G.L.	SC	CM	F	p
Cultivar	1	1.3333	1.3333	0.07	0.791322
Longitud	1	36.75	36.75	1.98	0.174531
Cultivar* Longitud	1	4.0833	4.0833	0.22	0.643944
Error A	20	370.8333	18.5417		
Orientación	**1**	**168.75**	**168.75**	**20.60**	**0.000200**
Cultivar* Orientación	1	6.75	6.75	0.82	0.374819
Longitud* Orientación	1	0.3333	0.3333	0.04	0.842172
Cultivar* Longitud* Orientación	1	1.3333	1.3333	0.16	0.690902
Error B	20	163.8333	8.1917		

$\alpha<0.05$

Error A: Planta= Planta(Cultivar* Longitud)
Error B: Planta* Orientación(Cultivar* Longitud)

Cuadro 16. Resultados del Análisis de varianza de flores producidas.

Variable	G.L.	SC	CM	F	p
Cultivar	1	4.0833	4.0833	1.50	0.235132
Longitud	1	3	3	1.10	0.306579
Cultivar* Longitud	1	10.0833	10.0833	3.70	0.068754
Error A	20	54.5	2.725		
Orientación	**1**	**27**	**27**	**13.67**	**0.001426**
Cultivar* Orientación	1	0.0833	0.0833	0.04	0.839327
Longitud* Orientación	1	1.3333	1.3333	0.68	0.420965
Cultivar* Longitud* Orientación	1	4.0833	4.0833	2.07	0.165931
Error B	20	39.5	1.975		

α<0.05

Error A: Planta= Planta(Cultivar* Longitud)
Error B: Planta* Orientación(Cultivar* Longitud)

Cuadro 17. Resultados del Análisis de varianza de frutos producidos.

Variable	G.L.	SC	CM	F	p
Cultivar	1	4.6875	4.6875	1.71	0.205522
Longitud	1	2.5208	2.5208	0.92	0.348710
Cultivar* Longitud	**1**	**11.0208**	**11.0208**	**4.03**	**0.058519**
Error A	20	54.75	2.7375		
Orientación	**1**	**25.5208**	**25.5208**	**13.29**	**0.001611**
Cultivar* Orientación	1	0.1875	0.1875	0.10	0.757946
Longitud* Orientación	1	1.6875	1.6875	0.88	0.359788
Cultivar* Longitud* Orientación	1	4.6875	4.6875	2.44	0.133935
Error B	20	38.4167	1.9208		

$\alpha<0.05$

Error A: Planta= Planta(Cultivar* Longitud)
Error B: Planta* Orientación(Cultivar* Longitud)

Cuadro 18. Resultados del Análisis de varianza de Sólidos Solubles Totales del fruto.

Variable	G.L.	SC	CM	F	P
Cultivar	1	3.3646	3.3646	1.93	0.237004
Longitud	1	0.1962	0.1962	0.11	0.754059
Cultivar* Longitud	1	2.0354	2.0354	1.17	0.340605
Orientación	1	0.4817	0.4817	0.28	0.626855
Cultivar* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Longitud* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Cultivar* Longitud* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Error A	4	6.97	1.7425		

$\alpha<0.05$

Cuadro 19. Resultados del Análisis de varianza del nivel de pH medido en el fruto.

Variable	G.L.	SC	CM	F	P
Cultivar	1	0.0155	0.0155	0.34	0.593475
Longitud	1	0.0282	0.0282	0.61	0.478786
Cultivar* Longitud	1	0.0397	0.0397	0.86	0.406486
Orientación	1	0.0294	0.0294	0.64	0.469855
Cultivar* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Longitud* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Cultivar* Longitud* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Error A	4	0.1849	0.0462		

$\alpha<0.05$

Cuadro 20. Resultados del Análisis de varianza de la Acidez Total Titulable.

Variable	G.L.	SC	CM	F	P
Cultivar	1	**0.1787**	**0.1787**	1.20	0.335005
Longitud	1	0.1550	0.1550	1.04	0.365400
Cultivar* Longitud	1	**0.1357**	**0.1357**	0.91	0.393990
Orientación	1	**0.1992**	**0.1992**	1.34	0.311924
Cultivar* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Longitud* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Cultivar* Longitud* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Error A	4	0.5961	0.1490		

$\alpha<0.05$

Cuadro 21. Resultados del Análisis de varianza de la variable Sabor.

Variable	G.L.	SC	CM	F	P
Cultivar	1	**8.7284**	**8.7284**	1.40	0.302111
Longitud	1	5.6063	5.6063	0.90	0.396553
Cultivar* Longitud	1	1.7518	1.7518	0.28	0.624014
Orientación	1	6.7165	6.7165	1.08	0.357789
Cultivar* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Longitud* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Cultivar* Longitud* Orientación	1	0	0	0.00	1.000000
Error A	4				

α<0.05

ANEXO 6. MATRICES DE MEDIAS Y PROPORCIONES DE PASO DE LAS DIFERENTES ETAPAS. TEMPORADA 2016.

Medias de las estructuras reproductoras en las diferentes etapas. Temporada 2016.

En la matriz de medias podemos ver que el cultivar “Roja” tuvo en general mayor producción de primordios que el cultivar “Jarro”. En cuanto a la producción de botones se ve una diferencia menor entre los cultivares, sin embargo, notamos que en ambos cultivares las plantas de ramas largas con orientación sur tuvieron mayor producción de estas estructuras, a diferencia de los botones producidos en plantas de los dos cultivares de brazos largos con orientación norte (Cuadro 22).

En la temporada 2016 todos los grupos tuvieron producción de flores, sin embargo, en las plantas de ambos cultivares tanto de ramas cortas como de brazos largos con orientación norte tuvieron una producción menor a su contraparte de orientación sur (Cuadro 22).

La producción de frutos fue similar a la producción de flores exceptuando a las plantas del cultivar “Roja” de ramas largas con orientación sur en donde la media de la producción de frutos fue menor a la media de la producción de flores (Cuadro 22).

Cuadro 22. Matriz de medias de los grupos en diferentes etapas.

CULTIVAR- LONGITUD – ORIENTACIÓN	PRIMORDIOS	BOTONES	FLORES	FRUTOS
ROJA -RAMA CORTA- ORIENTACIÓN SUR	15.8333	5	2.5	2.5
ROJA -RAMA CORTA- ORIENTACIÓN NORTE	10	1	0.1667	0.1667
ROJA -RAMA LARGA- ORIENTACIÓN SUR	23.6667	7.8333	1.1667	1
ROJA -RAMA LARGA- ORIENTACIÓN NORTE	18.5	2.8333	0.6667	0.6667
JARRO -RAMA CORTA- ORIENTACIÓN SUR	12.6667	4.8333	1.6667	1.6667
JARRO -RAMA CORTA- ORIENTACIÓN NORTE	7.3333	1.6667	0.3333	0.3333
JARRO -RAMA LARGA- ORIENTACIÓN SUR	19.8333	5.8333	3.3333	3.3333
JARRO -RAMA LARGA- ORIENTACIÓN NORTE	12	3	1.5	1.5

Matriz de proporciones de las estructuras reproductoras en las diferentes etapas. Temporada 2016.

Cuadro 23. Matriz de proporciones de las diferentes etapas, temporada 2016.

CULTIVAR- LONGITUD - ORIENTACIÓN	Botón/ Primordio	Flor/ Botón	Fruto/Flor
ROJA -RAMA CORTA- ORIENTACIÓN SUR	0.31578954	0.5	1
ROJA -RAMA CORTA- ORIENTACIÓN NORTE	0.1	0.166667	1
ROJA -RAMA LARGA- ORIENTACIÓN SUR	0.33098585	0.14893622	0.8571
ROJA -RAMA LARGA- ORIENTACIÓN NORTE	0.15315314	0.23529426	1
JARRO -RAMA CORTA- ORIENTACIÓN SUR	0.38157882	0.34482768	1
JARRO -RAMA CORTA- ORIENTACIÓN NORTE	0.22727278	0.19999976	1
JARRO -RAMA LARGA- ORIENTACIÓN SUR	0.29411768	0.57142855	1
JARRO -RAMA LARGA- ORIENTACIÓN NORTE	0.25	0.5	1