

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
CAMPUS TECNOLÓGICO LOCAL SAN CARLOS

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN SEMILLEROS DE PIÑA
(*Ananas comosus*, var. *comosus*) MD-2 DURANTE ÉPOCAS
LLUVIOSA Y SECA EN FINCA PIÑAS CULTIVADAS DE COSTA
RICA S.A, LOS CHILES, COSTA RICA

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía
como requisito parcial para optar al grado de
Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

DEYBIN ARIEL DÍAZ CASTRO



Carrera de Ingeniería en Agronomía
Campus Tecnológico Local
San Carlos
2019 - 2023

2020

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN SEMILLEROS DE
PIÑA (*Ananas comosus*, var. *comosus*) MD-2 DURANTE EPOCA
LLUVIOSA Y SECA EN FINCA PIÑAS CULTIVADAS DE COSTA
RICA S.A, LOS CHILES, COSTA RICA

DEYBIN ARIEL DÍAZ CASTRO

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Zulay Castro Jiménez, MGA

Asesora principal

Ing. Fo. Marco Pereira Pérez

Asesor externo

Ing. Agr. Joaquín Durán Mora, M. Sc.

Jurado

Ing. Fo. Marlen Camacho Calvo, M. Sc.

Jurado

Ing. Agr. Zulay Castro Jiménez, MGA

Coordinadora
Trabajos Finales de
Graduación

Ing. Agr. Milton Villarreal Castro, Ph.D.

Director
Escuela de Agronomía

2020

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres y hermanos quienes me han apoyado y han creído en mí capacidad a pesar de las circunstancias de la vida.

A mi hija Ashly Sophía Díaz Rodríguez †: por haberme hecho el papá más feliz y por enseñarme lo valiente que fue mientras estuvo en vida. Te amo mi pequeña.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la capacidad de salir adelante ya que sin la ayuda de Dios no hubiera realizado este trabajo.

A mis dos asesores Ing. Agr. Zulay Castro y el Ing. Fo. Marcos Pereira por el apoyo y acompañamiento durante el desarrollo del estudio.

Agradezco al ITCR por el apoyo que me ha brindado.

A la Ing. Agr. Wendy González Segura por su apoyo incondicional.

Agradezco a la compañera Rocío Quirós por su gran ayuda durante la carrera universitaria, gracias por haber creído en mi capacidad.

A la Ing. Agr. Ma. de Los Ángeles Berrocal Alfaro por apoyarme en la realización de este trabajo.

A los compañeros Ariel Icabalzeta, Carlos Arrieta, David Artavia por todo el apoyo durante la vida universitaria.

A todos los profesores y compañeros de la universidad que fueron fundamental para mi superación tanto personal como profesional.

A todas las personas que de una u otra manera estuvieron apoyándome durante el periodo universitario.

Muchas gracias....

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
TABLA DE CONTENIDO	iii
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN xi	
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Hipótesis de investigación.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Generalidades del cultivo de piña	4
2.1.1 Características de piña MD-2.....	5
2.1.2 Ciclo de cultivo de piña MD-2	5
2.2 Requerimientos climáticos y edáficos	6
2.3 Propagación de la piña.....	6
2.4 Semilla	7
2.4.1 Semilla Basal	9
2.4.2 Semilla Guía	9
2.5 Costo de la semilla.....	11
2.6 Producción de semilla antes de la cosecha del fruto	11
2.7 Producción de semilla después de la cosecha del fruto.....	12
2.8 Poda de hojas	13

2.9 Aspectos que se deben evitar en plantas dedicadas a la producción de hijos	14
--	----

3. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Ubicación y características climáticas	15
3.2 Período de estudio	17
3.3 Área experimental	17
3.4 Material experimental	19
3.5 Descripción de los tratamientos	19
3.6 Variables de respuesta estudiadas	19
3.6.1 Metodología de toma de datos	21
3.7 Diseño de muestreo	22
3.7.1 Croquis y especificación del diseño de tratamientos.....	23
3.7.2 Modelo estadístico	24
3.8 Proceso de análisis estadístico	24
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. Observaciones generales.....	25
4.1.1 Densidad inicial de los semilleros	25
4.2. Comportamiento de mortalidad de plantas en semilleros.....	26
4.2.1 Mortalidad por lote evaluado	26
4.2.2 Mortalidad por ciclo de cosecha durante los meses del año	28
4.2.3 Porcentaje de mortalidad promedio por ciclo de cosecha	30
4.2.4 Relación entre mortalidad y las condiciones climáticas	32
4.3. Curvas de producción de hijos	35
4.3.1 Curva de producción de hijo basal por ciclo de deshija	35
4.3.2 Curva de producción de hijo guía por ciclo de deshija	37

4.3.3 Comportamiento productivo de hijos por planta por ciclo de cosecha	40
4.4 Producción acumulada de hijos por planta	42
4.4.1 Producción acumulada de hijo basal por planta.....	42
4.4.2 Producción acumulada de hijo guía por planta	43
4.5 Productividad de semillero durante los dos periodos de estudio.....	45
4.6 Peso de hijo.....	47
4.7 Longitud de hijo	49
5. CONCLUSIONES	53
6. RECOMENDACIONES.....	54
7. BIBLIOGRAFÍA	55
8. ANEXOS.....	60

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Titulo	Página
1	Promedio anual de datos climáticos tabulados de tres años en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A, Los Chiles, Alajuela, Costa Rica. 2020.....	16
2	Variables de respuestas, método de observación, período en que se evaluó, frecuencia y etapa en la que se realizó para la determinación del comportamiento productivo de semilleros de pina MD-2 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.	20
3	Distanciamiento de las unidades de muestreo en los diferentes lotes de finca para la determinación del comportamiento productivo de semilleros de pina MD-2 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Alajuela, Costa Rica 2018-2019.....	23
4	Porcentaje de área improductiva de seis lotes de finca destinadas a la producción vegetativa para la propagación en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.....	26
5	Media y error estándar del peso de hijo (basal y guía con tres categorías por rango de peso) cosechado en las dos épocas del año en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles 2018-2019.....	47
6	Media y error estándar del peso de hijo obtenido entre la interacción categoría de peso por rango (>300 g <400 g, >400 g <600 g, >600 g) y la estación climática del año (época lluviosa y épocas seca) en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles 2018-2019.....	48
7	Media y error estándar del peso de hijo obtenido entre la interacción categoría de peso por rango (> 300 g < 400 g, > 400 g < 600 g, > 600 g) y el tipo de hijo (basal y guía) en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles 2018-2019.....	49

8	Media y error estándar de la variable longitud del hijo (basal y guía con tres categorías 2, 3 y 4) cosechado en las dos épocas del año en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles 2018-2019.....	50
9	Media y error estándar para la variable longitud del hijo entre la interacción, estación climática (invierno y verano) y la categoría por rango de peso (>300 g <400 g, >400 g <600 g, >600 g) en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles 2018-2019.....	51
10	Media y error estándar para la variable longitud del hijo entre la interacción, tipo de hijo (basal y guía) y la categoría por rango de peso (> 300 g < 400 g, >400 g < 600 g, > 600 g) en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles 2018-2019.....	52

INDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Pagina
1	Variedades botánicas del género <i>A. comosus</i> : A) <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> . B) <i>Ananas comosus</i> var. <i>parguazencis</i> . C) <i>Ananas comosus</i> var. <i>ananassoides</i> . D) <i>Ananas comosus</i> var. <i>bracteatus</i>	4
2	Principal estructura morfológica de la planta de piña (<i>A. comosus</i> var. <i>comosus</i>) que muestra la sucesión del ciclo vegetativo y los diferentes tipos de material de siembra.....	8
3	Producción de hijos. Número de hijos tipo guía con peso de 400 g cosechados después de que la fruta ha sido cosechada.	11
4	Comportamiento de la precipitación semanal de los años 2017, 2018 y 2019 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A, Los chiles Costa Rica.	16
5	Foto aérea del área experimental (tomada con dron) para la determinación del comportamiento productivo de semillero de piña MD-2 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica, S.A Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.	18
6	Unidad muestral y parcela útil en experimento para la determinación del comportamiento productivo de semillero de piña MD-2 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.	18
7	Punto de muestreo delimitado con cinta de precaución para la determinación del comportamiento productivo de semillero de piña MD-2 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.	19
8	Tipo y categoría de hijo evaluado: A) hijo basal de categoría 2. B) hijo basal de categoría 3. C) hijo basal de categoría 4. D) hijo guía de categoría 2. E) hijo guía de categoría 3. F) hijo guía de categoría 4 en	

	finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A, Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.	21
9	Herramientas utilizadas en la toma de datos. A) Romana electrónica marca OCONY-SS. B) material experimental extraído para proceder con su medición. en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela, C.R 2018-2019.....	22
10	Croquis y especificación del diseño de muestreo para la determinación del comportamiento productivo de semilleros de piña MD-2 en época seca y lluviosa en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela, Costa Rica. 2018-2019.	23
11	Comportamiento de mortalidad de plantas en los lotes de semilleros evaluados en cada ciclo de cosecha en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela. Costa Rica 2018-2019.	28
12	Comportamiento de mortalidad por época del año evaluados en los dos períodos de estudio en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Costa Rica 2018-2019.	30
13	Comportamiento de mortalidad por ciclo de cosecha y su acumulado en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Costa Rica 2018-2019.	31
14	Relación existente entre el comportamiento de la precipitación y la mortalidad (%) de plantas en semillero de piña durante los meses evaluados por estación del año en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela. Costa Rica 2018-2019.....	33
15	Relación existente entre el comportamiento de las temperaturas (máxima, mínima, promedio y diferencia de temperatura) y la mortalidad presente en el periodo evaluados en las dos épocas de estudio en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Costa Rica 2018-2019.	34
16	Producción de hijo basal por planta de categoría 3 y 4 con rango de peso >400 g <600 g y >600 g y su relación con la precipitación en finca	

	Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Costa Rica 2018-2019.....	37
17	Producción de hijos guía por planta de categoría 3 y 4 con rango de peso > 400 g < 600 g y > 600 g y su relación con la precipitación en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Costa Rica 2018-2019.....	39
18	Producción de hijos por planta por cada tipo (basal y guía) y categoría 3 y 4 por rango de peso (> 400 g < 600 g, < 600 g) en cada ciclo de cosecha en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Costa Rica 2018-2019.	42
19	Producción acumulada de hijo basal en sus dos categorías 3 y 4 con rango de peso (>400 g <600 g y >600 g) durante el ciclo de vida de los semilleros y su relación con la precipitación en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A, Los Chiles Costa Rica 2018-2019.	43
20	Producción acumulada de hijo guía en sus dos categorías 3 y 4 con rango de peso (>400 g <600 g y >600 g) durante el ciclo de vida de los semilleros y su relación con la precipitación en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A, Los Chiles Costa Rica 2018-2019.	45
21	Producción de hijo basal y guía por hectárea en los dos períodos evaluados y su relación con la radiación solar (MJ/m ²) en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A, Los Chiles Costa Rica 2018-2019.....	46

RESUMEN

Se determinó el comportamiento productivo de semillero de piña (*Ananas comosus* va. *Comosusu*) MD-2 y el rendimiento productivo de semilla en áreas asignadas a su producción durante épocas lluviosa y seca en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A, ubicada en Medio Queso, Los Chiles Frontera Norte. Para el estudio se utilizaron áreas recién cosechadas (después del segundo ciclo de producción de fruta) destinadas a semillero donde se instalaron diez unidades muestrales (repeticiones). Los tratamientos, doce en total, correspondieron a la interacción de tres factores: tipos de hijo (basal y guía), época (invierno y verano) y categoría de peso (clasificados en tres categorías: >300 g <400 g, >400 g <600 g, >600 g), los cuales se seleccionaron mediante un diseño de muestreo sistemático con arranque aleatorio, cada unidad muestral estuvo compuesta por diez unidades de observación (diez plantas de piña: parcela útil). Se aplicó fórmula matemática:

Distanciamiento = $\sqrt{\frac{\text{Área de muestreo (en m}^2\text{)}}{\text{Cantidad de unidades muestrales}}}$ para conocer el distanciamiento entre unidades muestrales. En cada unidad muestral se realizaron observaciones a través del tiempo y se estudió la mortalidad de plantas y variables de rendimiento de producción de hijos. Se determinó que la mortalidad en semilleros fue mayor durante los meses septiembre-enero alcanzando un 45,5% de mortalidad y durante los meses marzo-julio la mortalidad alcanzó un 20,8 %. La mortalidad de plantas acumulada durante cinco ciclos de cosecha en semilleros fue de 26,75%. Se determinó que durante la época seca el material de mayor producción correspondió a hijos con peso entre 400 g y 600 g (categoría 3), mientras que en las condiciones de época lluviosa el material de mayor producción se obtuvo en hijos con peso mayor a 600 g (categoría 4). El promedio de producción de hijos viables por hectárea por año con peso superior a 400 g fue de 113,229 hijos/ha/año. El peso del hijo según el tipo de semilla y por estación climática fue mayor en hijos guía en todas las categorías de peso durante la época lluviosa. Con respecto a la longitud de hijo dentro de cada

categoría por tipo de hijo y por estación climática fue mayor en el hijo guía en época lluviosa.

Palabras clave: Hijo basal, hijo guía, peso de semilla, mortalidad, ciclo de cosecha (deshija).

ABSTRACT

The productive behavior of the MD-2 seedbed and the productive yield of seed in assigned areas were determined, as well as its production during rainy and dry seasons at the Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A farm, located in Medio Queso, Los Chiles Frontera Norte. For the study, freshly harvested areas (after the second cycle of fruit production) destined for the seedbed, were used ten sampling units (repetitions) were installed per treatment, twelve treatments in total that correspond to the interaction of the factors: types of shoot (slip and sucker), season (winter and summer) and weight categories (classified into three categories >300 g <400 g, >400 g <600 g, >600 g) which were selected by means of a systematic sampling design with random start, each sample unit was made up of ten observation units (ten pineapple plants: useful plot). Mathematical formula was applied $Distance = \sqrt{\frac{Sampling\ area\ (in\ m^2)}{Number\ of\ sample\ units}}$ to know the distance between sampling units. Observations were made in each sample unit over time and the mortality of plants and variables of yield of child production were studied.. It was determined that mortality in seedbeds was higher during the first period (September 2018- January 2019) of the study, reaching 45,5% mortality, while the second period (March 2019- July 2019) reached 20,8%. The average mortality accumulated during five harvest cycles in seedbeds was 26,75%. It was determined that during the dry season the material with the highest production corresponded to category 3 shoot with a weight greater than 400 g but less than 600 g, while in the rainy season the material with the highest production was obtained in category 4 shoot with weight greater than 600 g. The average production of viable shoot per hectare per year weighing more than 400 g was 113,229 shoots/ha/year. The results regarding the weight of the child according to the type of seed and by climatic season were greater in sucker during the rainy season. With respect to the variable length of shoot within each category by type of shoot and by climatic season, there was a greater length of the sucker in the rainy season.

Key words: Shoot slip, shoot sukera, weight class, mortality, harvest cycle.

1. INTRODUCCIÓN

La piña (*Ananas comosus*, var. *comosus*) es un cultivo tropical que ha alcanzado en los últimos años un alto potencial de exportación, en especial el híbrido MD-2 por sus caracteres de elevada importancia agronómica en cuanto a calidad y alto rendimiento productivo (Rodríguez *et al.* 2016). El híbrido MD-2 fue desarrollado en Hawái por la Empresa Del Monte, resultado del cruce de dos híbridos (PRI 581184 x PRI 59443) siendo uno de sus progenitores la Cayena lisa (Rodríguez *et al.* 2016).

Costa Rica es uno de los países de mayor importancia en la exportación de piña fresca, considerándose como el país de mayor exportación mundial y ubicándose en el primer lugar en cuanto a la producción-exportación, además genera rendimientos promedio de 70 t/ha (Rojas 2008), (CANAPEP 2018). Para el año 2017 el valor de las exportaciones por este rubro fue de \$941,95 millones, presentando un aumento para el año 2018 con un valor de \$989,56 millones y disminuyendo para el 2019 a \$930,49 millones (CANAPEP 2018).

Las áreas cultivadas de piña han venido creciendo en Costa Rica de forma acelerada, esto gracias a la demanda del mercado por el consumo de fruta fresca. Para el año 2017 el área ocupada de piña en Costa Rica fue de 44,500 ha; para entonces la Región Huetar Norte presentó la mayor área sembrada 56% (24,653 ha), seguida por la Región Huetar Atlántica con 25% (11,188 ha) y la Región Pacífico con 19% (8,659 ha) (CANAPEP 2017).

Los productores de piña utilizan material vegetativo como medio de propagación, para ello se destina una parte del área para la producción de semilla que adquieran la edad fisiológica para ser utilizadas en el establecimiento de nuevas plantaciones (semilleros) (CANAPEP 2019). Cabe mencionar que algunas de las fincas se autoabastecen con el material vegetativo para el crecimiento de sus proyectos.

Piñas Cultivadas de Costa Rica es una finca ubicada en la Zona Norte, cuyo proyecto de piña está en crecimiento y en busca de producir alta calidad de

piña, para ello considera necesario tomar medidas correctivas a partir de las áreas de semillero para producir volumen y alta calidad de semilla y ser autosuficiente con respecto al material propagativo.

El acceso a información en cuanto al manejo general en semilleros de piña en el sector productivo está restringido a nivel de cada finca; además, es poca la literatura específica en este tema, por esta razón se justifica evaluar el comportamiento productivo de semilla, así como analizar la programación de los ciclos de cosecha de hijos (deshija) aptos para ser trasplantados; además de determinar los rendimientos por hectárea durante la vida útil del semillero en dos períodos estacionales (lluvioso y seco) en la finca Piñas Cultivadas de Costa Rica ubicada en Medio Queso, Cantón Los Chiles. Dicha información permitirá generar de manera más acertada, la planificación del ritmo de siembra con autoabastecimiento y determinar las necesidades de semilla relativas a la relación entre la capacidad de producción de semilla y la programación de las siembras en la etapa de expansión, ya que el crecimiento de la producción está regulado principalmente por la disponibilidad del material vegetativo.

1.1 Objetivo general

Determinar la vida útil de los semilleros de MD-2 con base en el comportamiento productivo de semilla durante las épocas lluviosa y seca en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento de la mortalidad de plantas en semillero de piña MD-2 por época de cosecha de hijos y su relación con las condiciones climáticas.
- Construir la curva de producción de hijos por planta en semilleros de piña MD-2 durante el ciclo de vida de los semilleros.
- Determinar el peso y longitud de los hijos de piña MD-2 tipo guía y basal con intervalo de deshija de 30 días durante la época seca y la época lluviosa.

- Determinar el rendimiento anual de producción de hijos de piña MD-2 viables por hectárea según periodo de época lluviosa y época seca.

1.3 Hipótesis de investigación

El hijo de piña MD-2 presenta mayor longitud y peso durante la época lluviosa que durante la época seca en Los Chiles frontera norte de Costa Rica.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del cultivo de piña

La piña (*Ananas comosus*, var. *comosus*) pertenece a la familia *Bromeliaceae*, subfamilia *Bromelioideae*, en el orden *Bromeliales*, la cual comprende alrededor de 2 921 especies agrupadas en 56 géneros, siendo el género *Ananas* el más reconocido y cultivado como alimento (Isidrón 2002, Rodríguez 2014, Garita 2014), (Figura 1).

De acuerdo con la morfología tradicional la piña agrupa ocho especies distribuidas en dos géneros, *Ananas* y *Pseudananas*. *A. macrodontes* y *A. comosus* son dos especies del género *Ananas* y cinco variedades botánicas de *A. comosus*: *Vars. comosus*, *ananassoides*, *parguazensis*, *erectifolius* y *bracteatus* (Jisen 2018). Esta planta es originaria de América del Sur especialmente del Centro y Sureste de Brasil, Noreste de Argentina y Paraguay (Castro 1994), (Montilla *et al.* 1997), (Rodríguez 2014). Se cultiva en las regiones tropicales y subtropicales de los cinco continentes esto gracias a la adaptabilidad, tolerancia a la sequía y su fácil manejo del material de propagación (Rodríguez 2014).



Figura 1. Variedades botánicas del género *A. comosus*: A) *Ananas comosus* var. *erectifolius*. B) *Ananas comosus* var. *parguazensis*. C) *Ananas comosus* var. *ananassoides*. D) *Ananas comosus* var. *bracteatus*.

Fuente Sanewski (2009).

2.1.1 Características de piña MD-2

Este híbrido pertenece al grupo Cayena, obtenido por Del Monte Producto Fresco de Hawái (Montero 2005, Rodríguez 2014). Este híbrido posee una alta capacidad de producción y fruta de calidad en comparación con el cultivar Smooth Cayenne (Poel *et al.* 2009). Es una planta que crece rápidamente y alcanza el peso para el forzamiento dos o tres meses antes que el cultivo Champaca, dependiendo de las condiciones de desarrollo y la época del año (Gadea 2010). Esta planta puede medir hasta un metro de altura, posee hojas verdes y sin espinas en los bordes, sin embargo, presenta una espina gruesa y recta en la punta de la hoja (Dávila 2016).

La planta es susceptible a la pudrición de tallos y raíces causada por *Phytophthora parasítica* y *P cinnamomi* (Ortiz 2013).

2.1.2 Ciclo de cultivo de piña MD-2

Peña *et al.* (1996), Fassinou (2014) describe el crecimiento de la piña en cuatro fases: fase vegetativa (desde la siembra hasta el momento de la inducción floral) caracterizado tanto por el aumento del número de hojas como del diámetro del tallo, fase de floración donde inicia el desarrollo de la flor, fase de fructificación correspondiente al desarrollo del fruto y fase propagativa continúa después de la cosecha de la fruta caracterizada por la producción de brotes laterales (hijos).

Ortiz (2013) menciona que el ciclo inicia con el desarrollo del hijuelo mediante la emisión de raíces adventicias, luego empieza el desarrollo de hojas en la sección apical. En condiciones de manejo adecuadas las plantas de piña alcanzan el peso óptimo (2,2 kg) y el desarrollo foliar de siete y ocho meses de edad requerido para ser inducidas, mediante técnicas de inducción floral. Valverde (2004) en Panamá, determinó el tiempo que transcurre desde la inducción floral y la maduración del fruto en 140 días -145 días y el periodo entre la maduración inducida y cosecha de 7,7 días; por lo que el periodo forzamiento y cosecha es de 148 días-150 días, tiempo en que ocurre la floración, formación, desarrollo, maduración del fruto y su cosecha.

En sistemas de explotación comercial el cual destina a los mercados externos, en densidades altas entre 60,000 pl/ha a 74,000 pl/ha, el ciclo del cultivo dura entre catorce y quince meses desde su siembra a la cosecha del primer fruto; si las densidades son bajas 45,000 pl/ha - 50,000 pl/ha, se acelera el ciclo hasta doce y catorce meses (Garita 2014).

2.2 Requerimientos climáticos y edáficos

El cultivo de piña se desarrolla en altitudes que van desde cero hasta 1000 msnm (OIRSA 1999, Dávila 2016). En alturas menores a 400 msnm la planta tiende a ser de menor porte, fruta más pequeña, se reduce la acidez del fruto y el ciclo del cultivo tiende a ser más corto, debido a que a alturas mayores de 400m msnm generalmente se asocian con temperaturas más bajas y una menor irradiación solar (Py *et al.* 1987, Reinhardt *et al.* 2018).

La precipitación media anual debe estar entre 1,000 mm y 1,800 mm bien distribuida, con valores de 70 mm por mes según Sagarpa (2011), citado por Dávila (2016). A pesar de las adaptaciones tanto anatómicas como fisiológica de la piña a la sequía y humedad reducida es necesario el suministro regular de agua para mantener su crecimiento continuo. De acuerdo con Reinhardt *et al.* (2018) menciona que una planta de piña requiere de 1,3 mm a 5,0 mm de agua/día, o bien 60 mm a 150 mm de agua/mes.

Los suelos deben ser bien drenados, con profundidades superiores a un metro del nivel freático, con textura arenosa, franco-arenosa o areno-arcilloso, pH entre 4,5 y 5,5, con pendientes menores a tres grados (Dávila 2016).

La temperatura ambiental debe oscilar entre los 20 °C y 30 °C para obtener un buen desarrollo del cultivo siendo la temperatura óptima en el rango de 25 °C a 27 °C según OIRSA (1999).

2.3 Propagación de la piña

La planta de piña se reproduce asexualmente, mediante la utilización de brotes producto del desarrollo de yemas en diferentes partes del tallo y pedúnculo (Castro 1994).

Para propagar esta especie se usa material vegetativo que cuenta con la capacidad de generar una nueva planta. De acuerdo con Castro (1982) citado por Rojas (2008), esta planta presenta la habilidad de propagarse al usar sus diferentes partes; en toda la longitud de la planta brotan retoños e hijos que son el medio propagativo de la planta (Castro 1994). El principal material para la propagación son los hijos basales, los hijos medios y el hijo tipo guía y en ocasiones se utiliza el hijo corona (Fassinou 2014).

Una planta puede llegar a cosecha en menor tiempo si el medio de propagación vegetativa posee mayor tamaño y peso (Rojas 2008). De acuerdo con Morales (2004), una semilla vegetativa de la variedad MD-2 cuyo peso es de 200 g, es apta para el establecimiento en plantaciones comerciales.

2.4 Semilla

Si se desea tener éxito en un proyecto comercial de piña es de suma importancia contar con semilla de alta calidad (Valverde 2004). Al disponer de semilla vigorosa, de tamaño adecuado y libre de plagas y enfermedades se asegura tener una cosecha ejemplar, siempre y cuando las prácticas agronómicas subsiguientes a la siembra sean las adecuadas (Rojas 2008).

En la parte superior de la planta se localiza la corona o hijo de corona ubicada en el extremo superior de la fruta; hijo basal o slip se forman a partir de yemas axilares en el pedúnculo de la base del fruto; hijo intermedio o “happa” ubicado en la zona de transición entre el tallo y el pedúnculo; hijo guía o “suckers” se forma a partir de yemas axilares del tallo; brote de raíz o “ratoons” se origina en la base del tallo, poseen raíces propias por su proximidad al suelo (Py *et al.* 1987, Castro 1994, Rojas 2008, Fassinou 2014, Bartholomew & Paull 2018) (Figura 2).

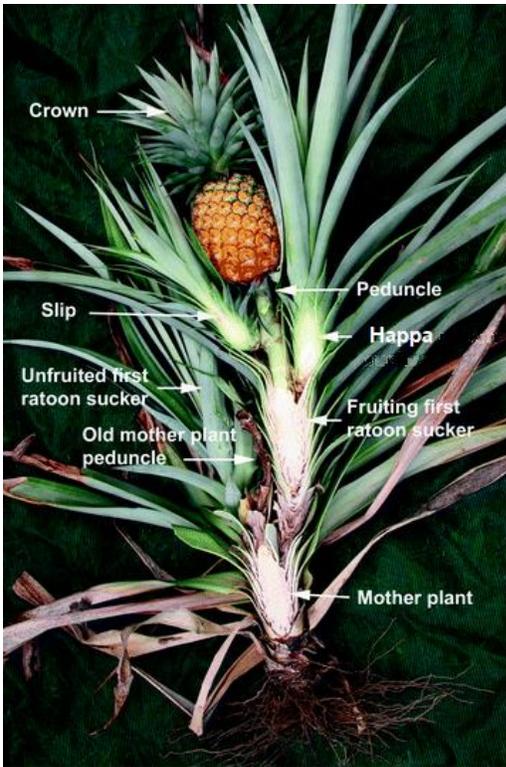


Figura 2. Principal estructura morfológica de la planta de piña (*A. comosus* var. *comosus*) que muestra la sucesión del ciclo vegetativo y los diferentes tipos de material de siembra.

Fuente Sanewski, G. (2009).

Para garantizar una plantación uniforme es importante clasificar la semilla de acuerdo con el tipo de semilla y tamaño (Sandoval & Torrez 2011). La clasificación por peso es más eficiente que la clasificación por tamaño por que el peso es una expresión de las reservas de almacenamiento, por lo que mejora el crecimiento de las plantas y la uniformidad en su desarrollo (Reinhardt *et al.* 2018).

De acuerdo con Morales (2004), la forma de clasificar el tipo de semilla depende de su tamaño (grande, mediano y pequeño) o bien por su peso en diferentes categorías (1: 100 g, 2: 200 g, 3: 300 g, 4: 400 g, 5: 500 g). Valverde (2004) clasifica el hijo axilar y basal de la siguiente manera: axilar pequeño (150-300 g), axilar mediano (300 g-450 g), axilar grande (450 g- 600 g), axilar muy grande (600 g-750 g, axilar extra grande (750 g - 900 g); basal pequeño (150 g-300 g), basal grande (300 g-450 g).

El crecimiento potencial de los hijos de piña al momento de ser plantados está regulado de acuerdo con su peso inicial, cuanto mayor peso posea, su vigor de crecimiento es más alto (Peña *et al.* 1996). El hijo basal y guía son óptimos para ser usados como semilla cuando poseen un peso mayor a 400 g y un diámetro de tallo superior a 5cm, además la longitud de la hoja más largas debe medir en promedio 45cm y el cuerpo de la raíz debe estar firme y debe haber raicillas alrededor de la base del tallo (Ríos *et al.* 2019).

2.4.1 Semilla Basal

Generalmente este tipo de hijo es pequeño, mientras está en la planta madre su crecimiento es hacia afuera y luego hacia arriba alrededor de la base de la fruta, lo que resulta en una curvatura aguda en la base del tallo. En una planta se producen de tres a seis hijos, algunas veces hasta ocho, siendo este tipo de hijo el más abundante durante las dos primeras etapas de su cosecha. El hijo basal posee vigor y ciclo intermedios, su uniformidad es menor que la de hijo tipo corona, pero más uniforme que la del hijo tipo guía, además, es de fácil cosecha y disponibilidad (Rojas 2008, Morazán 2010).

Tanto los hijos basales como los hijos intermedios (“happa”) crecen en forma paralela durante el desarrollo de la fruta y continúan creciendo después de la cosecha de la fruta hasta el momento de su cosecha o bien se caen debido a su peso y por su débil fijación (Reinhardt *et al.* 2018). La producción de este tipo de semilla es relativamente pequeña en el grupo Cayena, principalmente cuando el ciclo de producción es corto (Py *et al.* 1987). En plantas de piña MD-2 la producción es relativamente alta en ambientes subtropicales, pero produce poco o ningún hijo en ambientes tropicales cálidos (Reinhardt *et al.* 2018).

2.4.2 Semilla Guía

Semilla con mayor vigor y de ciclo más corto; sin embargo, su cosecha es más difícil, menos uniforme en cuanto a tamaño y peso. Tiende a ser más susceptible al evento de floración natural precoz (Rojas 2008). Este tipo de material es indispensable para la producción de fruta fresca de exportación (Py *et al.* 1987).

En la mayoría de los cultivares de piña el desarrollo de este material se ve inhibido por el efecto de dominancia apical durante la fase vegetativa de su ciclo (Reinhardt *et al.* 2018). Maerere (1995) menciona algunas excepciones a este efecto en algunas variedades, por ejemplo, Victoria, la semilla tipo guía alcanza su desarrollo antes de que la planta inicie el desarrollo reproductivo.

El desarrollo de los hijos estando unidos a la planta madre depende de varios factores: la variedad del cultivo, condiciones ambientales (especialmente el clima, plagas y enfermedades), frecuencia de fertilización (Rojas 2008, Py, *et al.* 1987).

Por lo general, las plantas de piña al terminar el desarrollo del fruto inclusive hasta el momento de cosecha de fruta los hijos producidos no han terminado completamente su desarrollo es decir no cumplen las características necesarias para ser utilizados como material propagativo. En consecuencia, estos hijos deberán seguir su desarrollo hasta el momento oportuno de su cosecha y trasplante (Py *et al.* 1987).

La ganancia de peso de los hijos estando en la planta madre es variable, de acuerdo con Pinon (1979) citado por Py *et al.* (1987) al mencionar que un brote con un peso inicial de 150 g aumenta unos 250 g en 40 días y 600 g en 80 días. Morales (2004), trabajando con hijos de MD-2 determinó que un hijo unido a la planta aumenta 100 g, cada diez días al ser evaluado en el periodo de febrero a marzo en Guatuso, Costa Rica.

Py *et al.* (1987) mencionan que en Costa de Marfil dependiendo de la época del año se requiere un período de tres a siete meses para cosechar un hijo por planta de aproximadamente 400 g (Figura 3).

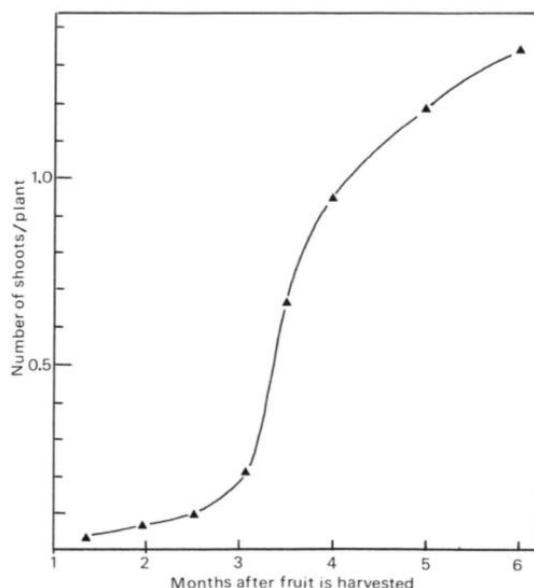


Figura 3. Producción de hijos. Número de hijos tipo guía con peso de 400 g cosechados después de que la fruta ha sido cosechada.

Fuente Py. C, *et al* (1987)

2.5 Costo de la semilla

Debido a la escasez de semilla se elevan los costos de inversión en material para siembra directa. De acuerdo con Garita (2014), cada semilla supone una inversión de \$0,14-\$0,18, para una inversión en el primer caso de \$9,100 con densidad de 65,000 plantas/ha, y una inversión de \$11,700 en el segundo caso tomando en cuenta la misma densidad.

En algunos casos los productores destinan áreas para establecer semillero, el cual se somete a tratamientos físicos u hormonales, o bien, la combinación de ambos para mayor producción de hijos según Garita (2014).

2.6 Producción de semilla antes de la cosecha del fruto

El objetivo de realizar esta práctica antes de la cosecha del fruto es para separar el material vegetativo adecuado para ser trasplantado de acuerdo con su tamaño y peso. Según Garita (2014), se realiza el ingreso a la plantación quince días antes de la cosecha de la fruta.

Las cuadrillas de trabajadores (deshijadores) entran al área de semillero y recolectan los hijos o retoños que estén dentro de los rangos de peso deseados, en caso de no ser asignados para la siembra, una vez cosechados estos se colocan encima de las plantas con la base expuesta a la luz solar con el objetivo de promover la cicatrización de las heridas causados durante la deshija y evitar problemas de podredumbres (Rojas 1980, Garita 2014).

Valverde (2004) menciona que de un total de 175.243 plantas próximas a la cosecha se extraen 45.958 hijos, esto implica que un 26,2% de las plantas producen al menos un hijo y logran su desarrollo completo antes de la maduración del fruto en plantas de piña MD-2 en la localidad de Chorrera, Panamá.

2.7 Producción de semilla después de la cosecha del fruto

Las buenas prácticas agrícolas tienden a aumentar el vigor de la planta, con la formación de plántulas más pesadas y numerosas. La producción de hijos de piña de buena calidad es posible siempre y cuando las plantas destinadas a la producción hayan recibido un buen manejo previo a la cosecha de la fruta, garantizando de esta manera una nutrición mineral adecuada y particularmente un sistema de raíces saludables, indispensable para la producción de hijos (Py, *et al.* 1987).

De acuerdo con la implementación de varias medidas para la disponibilidad de material vegetativo de calidad se puede incrementar al permitir la mejora del manejo de la planta durante la fase vegetativa y reproductiva, realizar el forzamiento de la floración en horas menos calurosas durante el día, uso de densidades adecuadas, así como el control eficiente de plagas y enfermedades, entre otras prácticas culturales (Reinhardt *et al.* 2018).

Los hijos se cosechan una vez que alcanzan el tamaño adecuado (longitud del brote a deshijar con 25 cm); esto ocurre tres a cuatro semanas después de la cosecha de la fruta y por lo general se requiere realizar más de un ciclo de cosecha (Valverde 2004, Garita 2014). Se permite realizar de tres a cuatro ciclos

de cosecha en un semillero de piña, uno cada tres meses¹; o bien se puede realizar seis ciclos de cosecha, realizado uno cada mes y medio².

Valverde (2004) determinó la producción de semilla pre y post cosecha, la cual fue de 176,415 hijos por hectárea por año, es decir que la producción anual de cada planta madre fue de 2,9 hijos determinados en piña MD-2, en la provincia de La Chorrera, Panamá, durante los meses de agosto 2002 a octubre 2003.

Valverde (2004) menciona que la producción de semilla es variable durante el año, presentando mayor producción en periodo de invierno (meses de mayo a diciembre) y menor en periodo de verano (meses de marzo y abril).

2.8 Poda de hojas

De acuerdo con Morales (2004) citado por García (2008), esta labor se realiza en las plantas madre realizando un corte de las hojas en forma de “V” invertida y con 30° grados de ángulo, esto con el objetivo de evitar el daño de los hijos y de la fruta en caso de realizarse antes de su cosecha. García (2008) sugiere realizar recorte tipo “amapola” para evitar el volcamiento de las plantas madre, en próximas cosechas de hijos.

Un día después de la cosecha de la fruta se realiza la chapia de las hojas de la planta madre a una altura de 30 cm a 40 cm del suelo. Con el corte de las hojas se asegura una mayor entrada de luz entre las plantas y mejor aprovechamiento de los fertilizantes aplicados, además se mejora el control de malezas con el follaje cortado “mulch” (García 2008). Luego de 22 días ó 30 días después de la chapia se puede realizar la primera cosecha de hijos García & Rodríguez (sf).

¹ Zamora G. 15 de mayo de 2018. Manejo de semillero MD-2. (correo electrónico) Santa Clara, Costa Rica. Agromonte S.A.

² Lopez, D. 19 de mayo de 2018. Manejo de semillero MD-2. (entrevista). Los Chiles, Costa Rica. PCC.

2.9 Aspectos que se deben evitar en plantas dedicadas a la producción de hijos

Entre las características indeseables en plantas dedicadas a la producción de hijos están: plantas con fruta que presenta corona con espinas, corona fasciolada o en roseta y plantas que presentan espinas en sus hojas; todas estas plantas deberán ser desechadas para evitar contaminación de los futuros hijos a producir (Garita 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y características climáticas

El trabajo se realizó en Finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A ubicada en Medio Queso, Los Chiles, Alajuela, Costa Rica; con coordenadas geográficas 10° 58' 16" latitud norte y 84° 35' 58" longitud oeste. La altura disponible en el lugar de estudio está entre los 60 msnm a 68 msnm.

Costa Rica únicamente cuenta con dos estaciones climáticas, definidas por la época seca y época lluviosa (Meléndez 2016). La finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A está influenciada por el clima de la Zona Norte de Costa Rica, caracterizado por ser lluvioso todo el año con precipitaciones de 2 450 mm anual en el cantón de los Chiles, con disminución relativa de las lluvias durante los meses de febrero, marzo y abril. La temporada de lluvia comprende 6,2 meses, del 10 de mayo al 17 de noviembre; y la temporada seca dura 5,8 meses, del 17 de noviembre al 10 de mayo. En la Figura 4 se observa el comportamiento de la precipitación semanal durante los años 2017, 2018 y 2019 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica. Las precipitaciones empiezan su aumento a partir del mes de mayo y disminuyen en el mes de diciembre. La semana 38 del año 2017 fue la que presentó una mayor precipitación con 213,52 mm, en el año 2018 la semana con mayor precipitación fue semana 22 con 155,60 mm y durante el 2019 la semana 21 la precipitación fue de 316,53 mm (Figura 4).

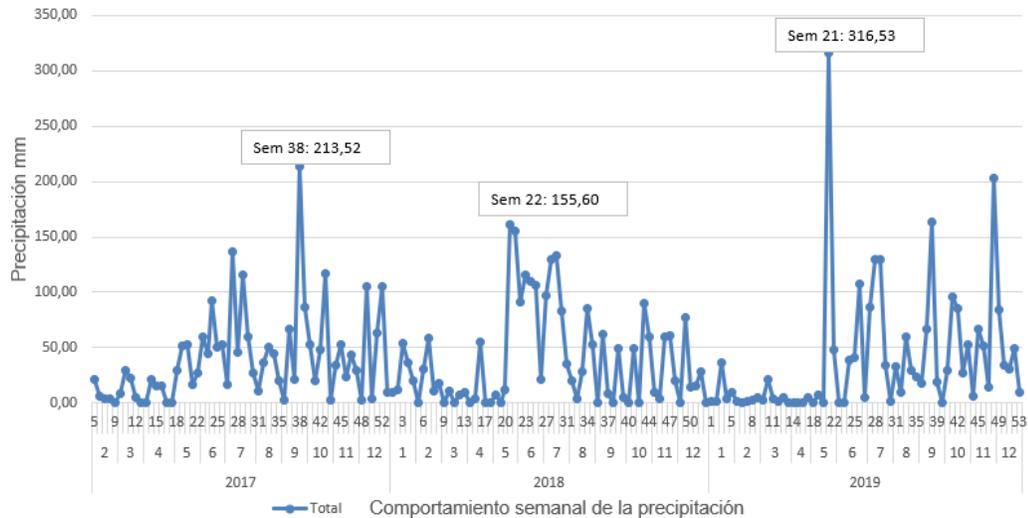


Figura 4. Comportamiento de la precipitación semanal de los años 2017, 2018 y 2019 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A, Los chiles Costa Rica.

En el Cuadro 1, se muestra el promedio anual de las condiciones climáticas que predominaron durante los años 2017, 2018 y 2019 condiciones que fueron registradas con la estación meteorológica de finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A.

Cuadro 1. Promedio anual de datos climáticos tabulados de tres años en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A, Los Chiles, Alajuela, Costa Rica. 2020.

Año	Suma Precipitación (mm)	Temperatura Max (°C)	Temperatura Min (°C)	Temperatura Promedio (°C)	Promedio Radiación solar (W/m2)
2017	2303,34	36,3	17,1	25,8	168,80
2018	2403,95	35,4	17,6	25,4	165,95
2019	2313,64	36,7	18,1	26,1	167,06
Promedio Anual	2340,31	36,13	17,60	25,74	167,27

Los vientos predominantes durante el año son en dirección noreste con velocidades promedio de 10,7 km/h, con mayor intensidad durante los meses de diciembre a febrero (IMN 2008).

Weather Spark (2016) menciona que en los Chiles la temperatura generalmente varía de 22 °C a 35 °C y en pocas ocasiones baja de 21 °C o bien sube a los 36 °C; también se refiere a que el periodo con menor nubosidad

durante el año en Los Chiles comienza aproximadamente el 23 de noviembre hasta el 12 de abril (dura 4,7 meses); y el periodo más nublado se extiende desde el 12 de abril hasta el 23 de noviembre (dura 7,3 meses) y que la duración del día no varía considerablemente durante el año, solamente varía 46 minutos de las doce horas en todo el año.

3.2 Período de estudio

El trabajo de campo se ejecutó durante doce meses, comprendido desde septiembre del 2018 hasta agosto del 2019. La toma de datos se realizó en dos períodos, (en adelante cada período corresponde al tiempo, definido por el ciclo de vida de los semilleros) el primer período incluyó los meses de septiembre del año 2018 hasta febrero del 2019 (tres meses de invierno septiembre-octubre-noviembre y tres meses de verano diciembre-enero-febrero) y el segundo período correspondió desde el mes de marzo hasta agosto del 2019 (tres meses de verano marzo-abril-mayo y tres meses de invierno junio-julio-agosto). De acuerdo con el tiempo destinado para cada semillero la toma de datos en cada período de muestreo incluyó condiciones climáticas tanto de época lluviosa (invierno) como época seca (verano).

3.3 Área experimental

El estudio se desarrolló en tres lotes de la finca identificadas como ZA05, ZA06 (evaluados en el primer período antes mencionado) y ZA07 (evaluado en el segundo período) en estas áreas se cosechó la fruta y fueron destinadas a semillero después del segundo ciclo de producción de fruta (área de tercer ciclo productivo). La Figura 5, corresponde al lote identificado como ZA07 evaluado durante los meses de marzo a julio del año 2019.



Figura 5. Foto aérea del área experimental (tomada con dron) para la determinación del comportamiento productivo de semillero de piña MD-2 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica, S.A Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.

Cada unidad muestral estuvo compuesta por diez unidades de observación (diez plantas de piña: parcela útil (Figura 6), cada unidad muestral estuvo delimitada con cinta de precaución y debidamente identificada (Figura 7). La distribución en campo se realizó mediante un diseño de muestreo sistemático y su distanciamiento se definió con la Fórmula 1 (descrita en el diseño de muestreo). Para seleccionar las unidades de observación en cada unidad muestral se seleccionó una cama con dos hileras y se cuantificaron cinco plantas continuas por hilera. En cada unidad muestral se cuantificó la cantidad de hijos por cada tipo evaluado, y fueron pesados en forma individual para clasificar tres rangos de peso.

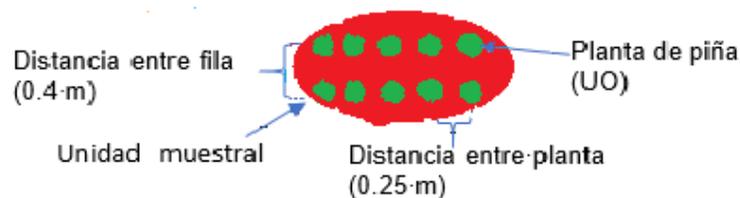


Figura 6. Unidad muestral y parcela útil en experimento para la determinación del comportamiento productivo de semillero de piña MD-2 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.



Figura 7. Punto de muestreo delimitado con cinta de precaución para la determinación del comportamiento productivo de semillero de piña MD-2 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.

3.4 Material experimental

El material experimental correspondió a plantas de piña MD-2, en etapa inicial de semillero (15 días posterior a la segunda cosecha de fruta). La plantación se consideró en etapa madura de desarrollo, recién finalizado su segundo ciclo de producción de fruta. Estas plantas correspondieron a áreas con manejo convencional aplicado en finca.

3.5 Descripción de los tratamientos

Cada tratamiento estuvo definido por las dos estaciones climáticas del año en el trópico (época lluviosa y época seca), el tipo de hijo (basal y guía) y el peso de hijo obtenido (clasificados en tres categorías: cuyos rangos de peso se clasificaron de acuerdo con lo definido previamente por finca ($>300\text{ g} < 400\text{ g}$), ($>400\text{ g} < 600\text{ g}$) y ($>600\text{ g}$)).

3.6 Variables de respuesta estudiadas

Las observaciones se realizaron a través del tiempo considerando cinco variables de respuestas: cantidad de hijos por ciclo de deshija, cantidad de hijos

por el tipo por ciclo de deshija, peso y longitud de hijo por tipo y por ciclo de deshija (categorizado en tres rangos de peso) (Cuadro 2) y mortalidad de plantas.

Cuadro 2. Variables de respuestas, método de observación, período en que se evaluó, frecuencia y etapa en la que se realizó para la determinación del comportamiento productivo de semilleros de pina MD-2 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.

Variable	Método de observación	Período	Frecuencia	Etapa
Tipo de hijo por ciclo de deshija	Erradicación manual y se clasificación en hijo basal e hijo guía	Cada mes a partir de la primera deshija.	Cinco veces por ciclo de vida de semilleros	Etapa vegetativa Inicio transcurridas tres semanas postcosecha en adelante Vegetativa (septiembre, octubre, noviembre, diciembre del 2018, enero febrero marzo, abril mayo, junio julio y agosto del 2019)
Número y tipo de hijo por planta y por ciclo de deshija	Se cuantificó el total de hijos por tipo por parcela, matemáticamente se determinó cantidad de hijos por planta por ciclo de deshija.	Cada mes a partir de la primera deshija	Cinco veces por ciclo de vida de semilleros	
Peso de hijo por ciclo de deshija	Determinado en gramos postcosecha inmediata con ayuda de una romana electrónica, y clasificado en tres categorías por rango de peso: categoría 2 (> 300 g- < 400 g), categoría 3 (> 400 g- < 600 g) y categoría 4 >600 g (Figura 8 y 9).	Cada mes a partir de la primera deshija	Cinco veces por ciclo de vida de semilleros	
Longitud de semilla	Determinado con una cinta métrica a partir de la base del hijo hasta el extremo apical de la hoja más larga (Figura 10).	Cada mes a partir de la primera deshija	Cinco veces por ciclo de vida de semilleros	
Mortalidad de plantas	Diferencia entre plantas totales y plantas disponibles por ciclo de cosecha	Cada mes a partir de la primera deshija	Seis veces por ciclo de vida de semilleros	

En la Figura 8 se muestran el tipo de material evaluado clasificado en tres categorías de acuerdo con su rango de peso. A) hijo tipo basal de categoría 2 con rangos de peso >300 g <400 g, B) hijo basal de categoría 3 con rango de peso 400 g <600 g, C) hijo basal de categoría 4 con rango de peso > 600 g, D) hijo guía de categoría 2 con rango de peso >300 g <400 g, E) hijo guía de categoría 3 con rango de peso >400 g <600 g, F) hijo guía de categoría 4 de peso >600 g.

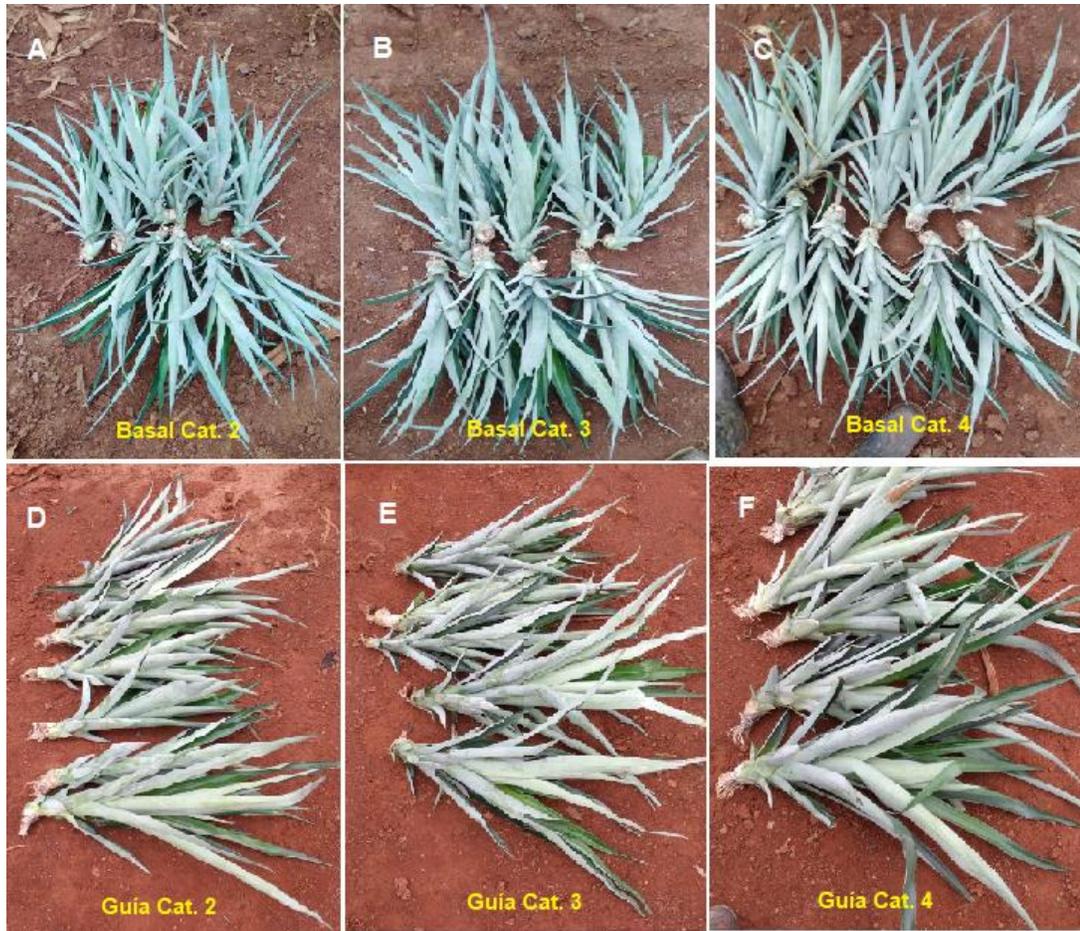


Figura 8. Tipo y categoría de hijo evaluado: A) hijo basal de categoría 2. B) hijo basal de categoría 3. C) hijo basal de categoría 4. D) hijo guía de categoría 2. E) hijo guía de categoría 3. F) hijo guía de categoría 4 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A, Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.

3.6.1 Metodología de toma de datos

Para registrar los datos se extrajo el material vegetativo de la unidad muestral y se procedió a clasificar cada hijo según su tipo, su categoría por rango de peso y su tamaño en longitud. Para la clasificación de la categoría se utilizó una romana electrónica marca OCONY-SS con un grado de incertidumbre de ± 1 g; y para la medición de la longitud del hijo se utilizó una cinta métrica unidad de medida en centímetro (Figura 9).

Para la variable mortalidad de plantas se tomó en cuenta el total de plantas muestreadas al inicio del estudio, luego en cada ciclo de cosecha de hijo se

contabilizó el total de plantas vivas (plantas productivas) y se procedió a realizar la diferencia entre el total de plantas muestreadas y las plantas disponibles en cada ciclo de cosecha de hijo.



Figura 9. Herramientas utilizadas en la toma de datos. A) Romana electrónica marca OCONY-SS. B) material experimental extraído para proceder con su medición. en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela, C.R 2018-2019.

3.7 Diseño de muestreo

Se utilizó un diseño de muestreo sistemático con arranque aleatorio. El distanciamiento entre unidades de muestreo se estableció según la siguiente fórmula:

Fórmula 1. Distanciamiento entre unidades de muestreo para el estudio del comportamiento productivo de semilleros de piña MD-2 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela, CR 2018-2019.

$$\text{Distanciamiento} = \sqrt{\frac{\text{Área de muestreo (en m}^2\text{)}}{\text{Cantidad de unidades muestrales}}}$$

En el Cuadro 3, se muestra el distanciamiento correspondiente de los puntos de muestreo en cada lote calculados con la Fórmula 1.

Cuadro 3. Distanciamiento de las unidades de muestreo en los diferentes lotes de finca para la determinación del comportamiento productivo de semilleros de pina MD-2 en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Alajuela, Costa Rica 2018-2019.

Lote	Area (ha)	Cantidad de unidades muestrales	Distancia (m) entre puntos de muestreo
ZA05	12,15	30	63,60
ZA06	13,76	30	67,70
ZA07	12,91	60	46,40

3.7.1 Croquis y especificación del diseño de tratamientos

Para la ubicación de las unidades de muestreo se seleccionaron tres lotes de segundo ciclo de producción de fruta (tercer ciclo productivo) (Figura 10). Como se mencionó en apartados anteriores la distancia en metro entre cada unidad muestral fue calculada mediante la Fórmula 1.

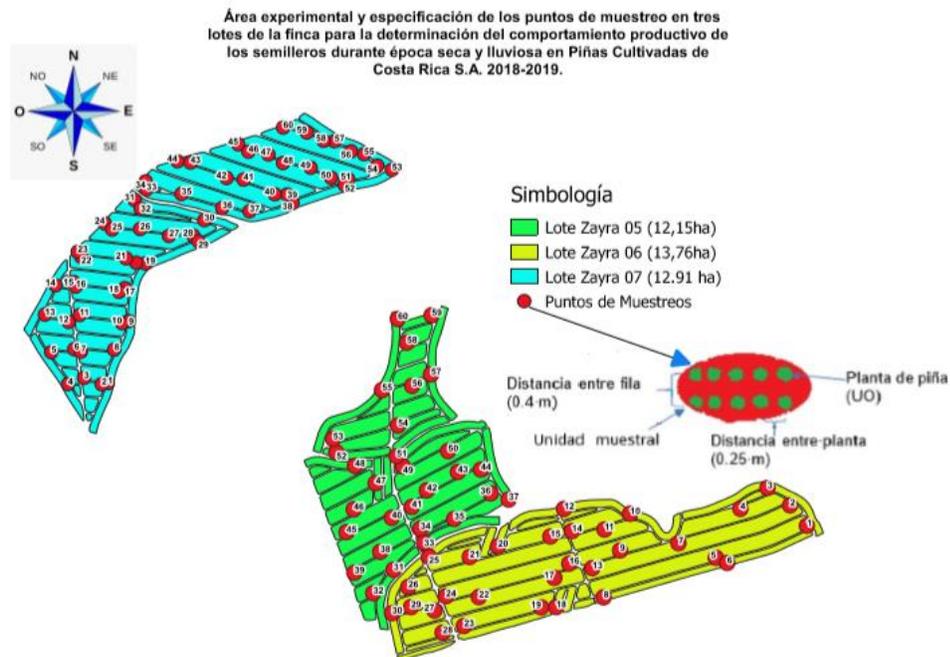


Figura 10. Croquis y especificación del diseño de muestreo para la determinación del comportamiento productivo de semilleros de pina MD-2 en época seca y lluviosa en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela, Costa Rica. 2018-2019.

3.7.2 Modelo estadístico

La información generada con el diseño de muestreo anteriormente descrito se evaluó mediante el siguiente modelo estadístico (Arreglo tri factorial):

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + H_j + P_k + E_i * H_j + E_i * P_k + H_j * P_k + E_i * H_j * P_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es la variable de respuesta (peso promedio de hijo por cada tipo y categoría de peso y longitud promedio de hijo por cada tipo y categoría de rango de peso evaluada)

μ = Media poblacional

E_i = Efecto de la i-ésima época climática

H_j = Efecto de j-ésimo tipo de hijo

P_k = Efecto del k-ésimo categoría de peso de hijo

El resto son las interacciones de estas variables

ε_{ijk} = Error experimental

Se experimentó con 119 grados de libertad en el total y 108 grados de libertad en el error experimental.

3.8 Proceso de análisis estadístico

Se realizaron comparaciones entre tratamientos con la técnica de Modelos Lineales Mixtos y Generales (MLMix), con corrección de heterocedasticidad. Se encontraron diferencias entre tratamientos, las cuales se determinaron con la prueba DGC, con un nivel de significancia de 0,05. Todos los análisis se ejecutaron con el programa estadístico InfoStat/P (Di Rienzo *et al.* 2017).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la finca se han definido cuatro categorías de hijos con rango de peso determinado, los cuales son utilizados para la siembra en los diferentes meses del año: categoría 1) >200 g <300 g; categoría 2) >300 g <400 g; categoría 3) >400 g <600 g y categoría 4) >600 g <800 g; estas categorías de peso son asignadas tanto en semilla basal como guía. En este estudio se tomó en cuenta el comportamiento de producción de semilla superior a los 400 g de peso ya que la categoría de peso >200 g <300 g no se tenía contemplado al inicio del estudio.

En este trabajo el término “período de estudio” corresponde al tiempo que ocupa el ciclo de vida de los semilleros. Se tomaron en cuenta dos periodos de estudio; el primer período incluye los meses de septiembre 2018-febrero 2019 mientras el segundo período incluye los meses de marzo 2019-agosto 2019.

4.1. Observaciones generales

4.1.1 Densidad inicial de los semilleros

De acuerdo con datos suministrados por finca sobre el porcentaje de área improductiva (área con plantas muertas, espacios vacíos o áreas con malezas) evaluada en seis lotes de la finca en áreas de semilleros destinados a su producción (Cuadro 4), encontraron que, de 59,96 hectáreas 10,21 hectáreas se calificaron como área improductiva. De acuerdo con este valor por cada hectárea de piña que ocupa una densidad inicial de 76.000 plantas/ha al momento de su plantación, cuando inicia su fase de semillero su densidad estará disminuida en un 17,03% por lo que dispondrá de 63.080 plantas/ha. Datos reportados por Masís (2019) sobre el porcentaje de incidencia de enfermedad y de mortalidad durante la segunda cosecha del cultivo de piña híbrido MD.2 evaluado durante el primer semestre del año 2018 en Pital de San Carlos indican que, a la edad de tres a seis meses, la plantación dispone de un 14,34% espacio vacío un 3,37% de plantas muertas y un 0,10% de plantas con síntomas bacterianos similares a los causados por *Erwinia* sp.

De tal manera que el valor obtenido en finca es un dato razonable ya que su evaluación tomó en cuenta tanto el primer ciclo como el segundo ciclo

productivo del cultivo. Sin embargo, este valor dependerá en gran medida del buen manejo agronómico, condiciones ambientales, presencia de plagas y enfermedades y de las prácticas agrícolas que se brinden antes de que estas áreas entren en la fase de semillero.

Cuadro 4. Porcentaje de área improductiva de seis lotes de finca destinadas a la producción vegetativa para la propagación en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.

Lote	Área neta (ha)	Área Improductiva (ha)	% Área Improductiva
1	11,78	2,50	21,21%
2	7,50	1,79	23,91%
3	12,16	0,95	7,81%
4	11,33	1,83	16,15%
5	9,61	1,74	18,11%
6	7,58	1,40	18,47%
Total	59,96	10,211	17,03%

Es importante destacar que la información disponible sobre el comportamiento de mortalidad presente en cultivo de piña, desde su plantación hasta el momento en que estas áreas se destinan a la producción de material vegetativo se encuentra por lo general únicamente a nivel de finca.

4.2. Comportamiento de mortalidad de plantas en semilleros

4.2.1 Mortalidad por lote evaluado

En la Figura 11, se muestra el comportamiento de mortalidad de plantas por cada ciclo de cosecha en tres lotes evaluados denominados como ZA05, ZA06 y ZA07 que tuvieron lugar durante las dos estaciones climáticas (época lluviosa y época seca). Como se logra observar en la Figura 11, la fase de semillero en los dos periodos de estudios se inició en condiciones climáticas distintas, para el primer periodo el inicio de la fase ocurrió en el mes de septiembre, considerado como un mes con condiciones climáticas lluviosas (invierno), mientras que para el segundo periodo la fase inició en el mes de marzo considerado como un mes con condiciones climáticas secas (verano).

De acuerdo con la mortalidad de plantas en los diferentes momentos de deshija se presentaron los siguientes resultados, el lote ZA05 presentó la mortalidad más alta durante el tercer ciclo de cosecha de hijo correspondiente a un 14,0%, mientras que en ZA06 presentó un mayor porcentaje de mortalidad en el cuarto ciclo de cosecha de hijo (20,0%) evaluados durante el primer período de estudio. Durante el segundo período de estudio, el lote ZA07 presentó mayor mortalidad en el sexto y último ciclo de cosecha con un 7,3%.

Durante el primer período de estudio los lotes ZA05 y ZA06 presentaron un comportamiento similar en cuanto a la mortalidad porcentual de plantas con un valor acumulado de 45,3% y 45,7% respectivamente; por otra parte, durante el segundo período de estudio en el lote ZA07, la mortalidad de plantas acumulada durante su ciclo de vida fue de 20,8%.

Los valores de mortalidad obtenidos en los dos periodos de estudios, se podría deber a un efecto en la edad de la plantación. Durante los dos periodos de estudio en las dos primeras evaluaciones la mortalidad fue baja independientemente si los semilleros estuvieran en época lluviosa o seca. A partir de la tercera evaluación los valores de mortalidad empiezan a aumentar manteniendo valores de mortalidad considerablemente superiores a las dos primeras evaluaciones.

Sin embargo, no está de más descartar el efecto de las condiciones climáticas que podría verse reflejado en la muerte de plantas. Como se puede observar Figura 11, el primer periodo presentó el valor acumulado de mortalidad más alto con respecto al segundo periodo, esto se pudo deber al efecto de las condiciones climáticas a la que estuvo expuesto el cultivo durante los primeros

meses. En el primer periodo de estudio los tres primeros meses de evaluación tuvieron lugar en la época lluviosa y a la tercera y cuarta evaluación se presentó la mayor mortalidad, los otros tres meses restantes en este mismo periodo tuvo lugar en la época seca y durante este tiempo a pesar de que los valores de mortalidad fueron altos se observa una constante disminución en cada evaluación hasta terminar el ciclo de vida del semillero.

Con respecto al segundo periodo, las tres primeras evaluaciones tuvieron lugar en la época seca presentando valores más bajos de mortalidad con respecto a las tres evaluaciones posteriores que tuvieron lugar en la época lluviosa y presentaron mayor mortalidad.

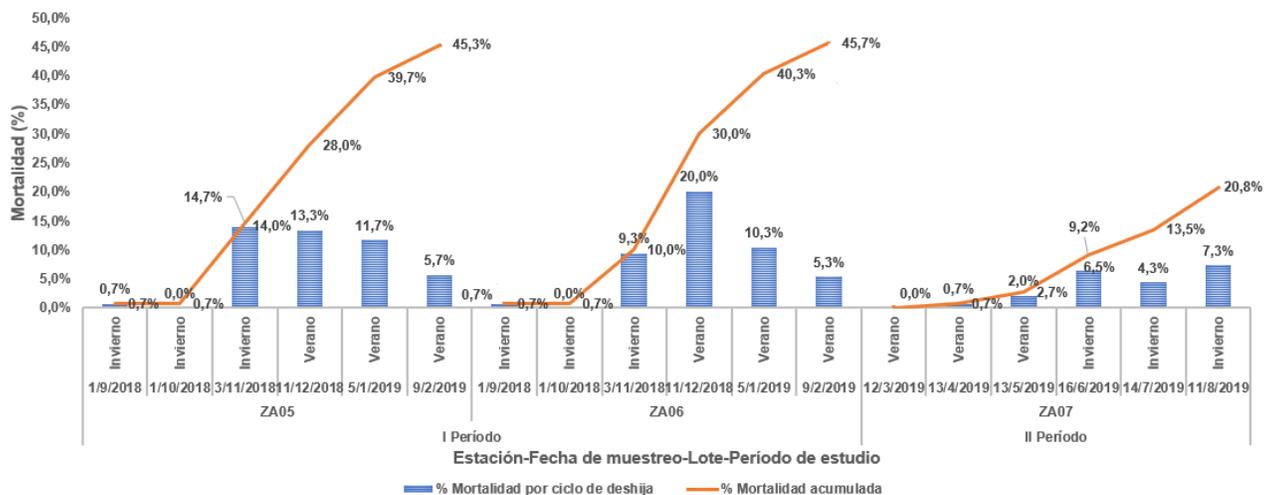


Figura 11. Comportamiento de mortalidad de plantas en los lotes de semilleros evaluados en cada ciclo de cosecha en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.

Amanera de conclusión de este apartado se puede mencionar que la mayor mortalidad se debió a un efecto de los meses de invierno a los que estuvo expuesto el cultivo ya que su alza en la mortalidad se presentó después de tres meses continuos de estación lluviosa.

4.2.2 Mortalidad por ciclo de cosecha durante los meses del año

En la Figura 12 se observa el comportamiento de la mortalidad de plantas en las diferentes fechas de muestreo correspondiente a cada ciclo de deshierba en los semilleros durante los dos periodos de estudio. En cada período de estudio

(tiempo de vida de los semilleros) hubo tres meses de invierno y tres meses de verano siendo diciembre (cuarto ciclo de cosecha de hijo) el mes en que se presentó mayor mortalidad de plantas (16,7%); en el primer período de estudio y durante el segundo período de estudio el mes con mayor porcentaje de mortalidad de plantas en semillero fue agosto (sexto ciclo de cosecha de hijo) con un 7,3%. Si bien es cierto, los meses donde se presentaron los picos de mayor mortalidad durante los dos períodos de estudio corresponden a septiembre como un mes de transición de invierno a verano con respecto a las condiciones climáticas, y agosto, definido como un mes con condiciones climáticas de invierno.

El valor acumulado de mortalidad durante los meses de septiembre a febrero fue de 45,5% tiempo que correspondió al ciclo de vida del semillero evaluado durante el primer período de estudio; durante el segundo período de estudio, correspondiente a los meses de marzo a agosto la mortalidad acumulada fue de 20,8%.

Como se mencionó en el apartado anterior la mortalidad se pudo deber tanto a la edad del cultivo, así como al efecto de las condiciones climáticas presentes durante el estudio. Como se observa en la Figura 12 durante el primer periodo de estudio la mortalidad más alta se obtuvo durante la cuarta evaluación, posible efecto de la época lluviosa por lo que ocurrió en un mes que se considera de transición que pasa de la época lluviosa a la época seca. Luego los valores de mortalidad en este mismo periodo tienden a disminuir hasta el final del ciclo de vida del cultivo. Para el segundo periodo durante los meses de verano la mortalidad de plantas observada se consideró inferior a la obtenida durante la época lluviosa.

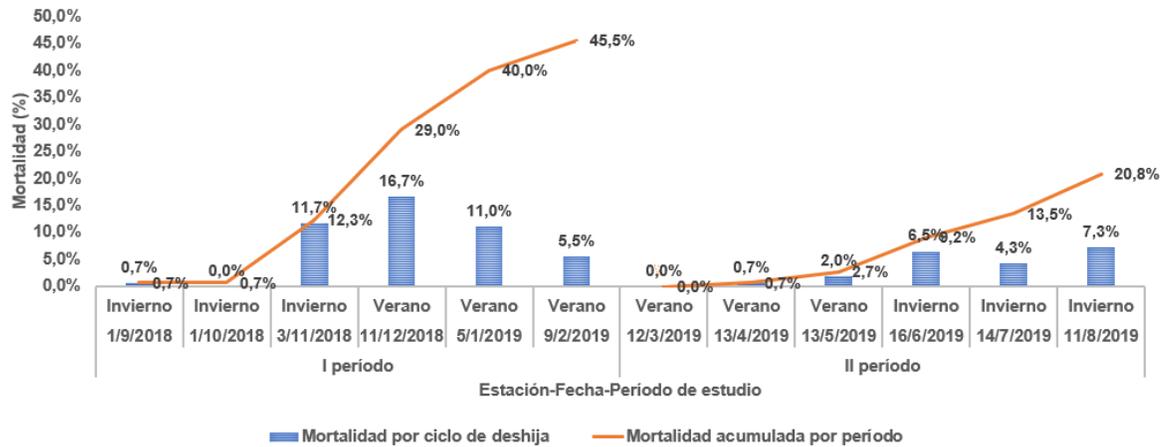


Figura 12. Comportamiento de mortalidad por época del año evaluados en los dos períodos de estudio en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Costa Rica 2018-2019.

De manera que, por cada ciclo de cosecha y dependiendo de los meses del año, la densidad en los semilleros dependió estrechamente del comportamiento de la mortalidad presente en cada ciclo de cosecha de hijo.

4.2.3 Porcentaje de mortalidad promedio por ciclo de cosecha

Para conocer el comportamiento de mortalidad de plantas y su acumulado por cada ciclo de cosecha se calculó el promedio de los tres lotes evaluados en los dos períodos del estudio. Como se logra observar en la Figura 13, por cada ciclo de cosecha el porcentaje de mortalidad promedio tendió a aumentar; durante los dos primeros ciclos la mortalidad fue de 0,33%, sin embargo, a partir del tercer ciclo la mortalidad aumentó considerablemente alcanzando el 7,17% en el tercer ciclo, 11,92% durante el cuarto ciclo y su valor más alto en el quinto ciclo de evaluación, correspondiente a 14,83% de mortalidad.

Con respecto a la curva de mortalidad que se presentó durante los ciclos de cosecha de hijos; en los dos primeros ciclos de cosecha de hijo la mortalidad acumulada fue de 0,67%; para el tercer ciclo la mortalidad acumulada se aumentó en siete veces, con un valor de 7,50%; a partir del tercer ciclo aumentó considerablemente, alcanzando 19,08% de mortalidad de plantas al cuarto ciclo y 26,75% al quinto ciclo de cosecha de hijo.

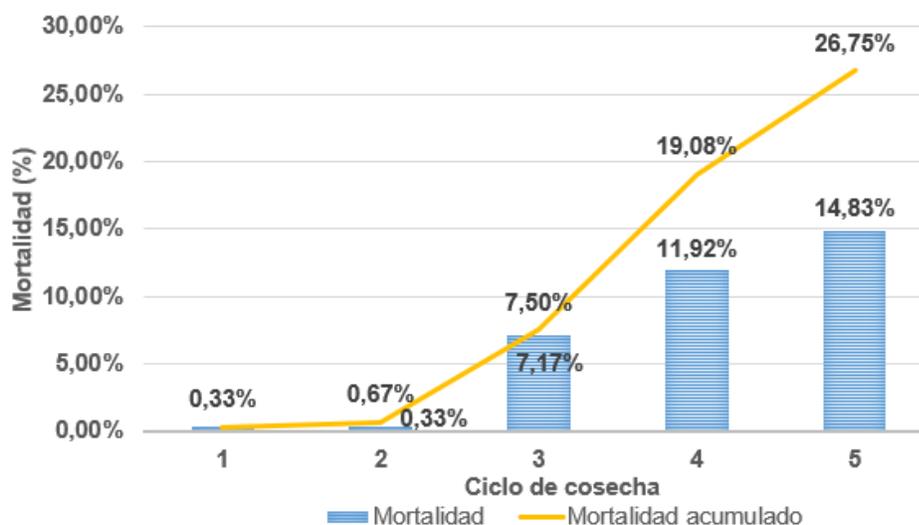


Figura 13. Comportamiento de mortalidad por ciclo de cosecha y su acumulado en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Costa Rica 2018-2019.

A pesar de que la investigación no tomó en cuenta las causas de dicha mortalidad no está demás recalcar que el aumento de mortalidad pudo deberse a un conjunto de factores climáticos, presencia de enfermedades bacterianas, fúngicas, maltrato mecánico o físico de la planta al momento de realizar las labores de deshija principalmente. Según Vargas (2011) y Wimmer (2020) las plantas de piña MD-2 son susceptibles a enfermedades bacterianas, fúngicas y con mucha más razón si existe presencia de personal que provoquen maltrato físico de la planta permitiendo una mayor diseminación de enfermedades. Matos y Mourichon (1993) observaron que durante el crecimiento de la yema del hijo se producen aperturas que son aprovechadas por el hongo *Fusarium gluttiforme* para penetrar fácilmente. Masís (2019) menciona que la enfermedad de fusariosis, a pesar de que afecta el fruto también es el causante de la muerte progresiva de la planta.

Alcanzar una mortalidad promedio de 26,75% al quinto ciclo de cosecha de hijo, se podría tomar la decisión de realizar un sexto o bien un séptimo ciclo de cosecha siempre y cuando la producción y calidad de hijo cumplan con los criterios de una semilla sana libre de enfermedades aptas para el trasplante.

4.2.4 Relación entre mortalidad y las condiciones climáticas

En la Figura 14 se muestra la mortalidad obtenida en cada ciclo de cosecha de hijo, además del comportamiento de las precipitaciones mensuales presentes durante el estudio. De acuerdo con los resultados de mortalidad obtenidos se discute su comportamiento de acuerdo con las precipitaciones obtenidas durante el mes anterior a la evaluación.

Como se muestra en la Figura 14, el porcentaje de mortalidad durante el primer ciclo de deshija fue de 0,7% durante el primer período de estudio, cuya fase de semillero inició en época lluviosa, en el segundo período de estudio, donde la fase de semillero dio inicio en época seca, la mortalidad fue nula (0,0%) y la precipitación acumulada del mes anterior fue de 12,39 mm. Para el segundo ciclo durante el primer período, la mortalidad se mantuvo nula (0,0%) y la precipitación mensual alcanzó 126,18 mm, mientras que para el segundo período de estudio la mortalidad fue de 0,7% y el acumulado de precipitación fue de 33,93 mm. Para el tercer ciclo de deshija, la mortalidad fue mayor durante el primer período de estudio con un 11,7% y su precipitación mensual fue de 198,41 mm, mientras que para el segundo período la mortalidad fue de 2,0% y su precipitación alcanzó 5,32 mm. Además, durante el cuarto ciclo en el primer período se alcanzó la mortalidad más alta con 16,7% y la precipitación fue de 154,85 mm, mientras que para el segundo período la mortalidad fue de 6,5% con una precipitación de 373,02 mm. Para el quinto ciclo la mortalidad fue menor con respecto al ciclo anterior durante los dos períodos de estudio, sin embargo, hay que tomar en cuenta que las precipitaciones también disminuyeron. Por último, para el sexto y último ciclo de cosecha la mortalidad de plantas disminuyó a un 5,5% de igual forma la precipitación del mes anterior disminuyó durante el primer período de estudio; mientras que para el segundo período la mortalidad aumentó a 7,3% (valor más alto obtenido durante el segundo período) y la precipitación mensual del mes anterior también presentó un aumento con un valor de 382,1 mm.

En términos generales se determinó que, conforme las precipitaciones aumentaron de igual manera aumentó el porcentaje de mortalidad y mientras las precipitaciones disminuyeron la mortalidad también disminuyó.



Figura 14. Relación existente entre el comportamiento de la precipitación y la mortalidad (%) de plantas en semillero de piña durante los meses evaluados por estación del año en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles, Alajuela. Costa Rica 2018-2019.

De acuerdo a la relación existente entre el comportamiento de las temperaturas máxima, mínima, sus diferencias y temperaturas promedio y la mortalidad presente por ciclo de cosecha de hijos en los semilleros, se obtuvo los siguientes resultados: durante los dos primeros ciclos de cosecha de hijos la mortalidad en ambos períodos de estudio fue inferior a 0,7% y a partir del tercer ciclo la mortalidad aumentó en ambos períodos; sin embargo, la mortalidad de plantas a partir del tercer ciclo de cosecha de hijos durante el primer período de estudio fue mayor al obtenido durante el segundo período de estudio. Como se observa en la Figura 15 cuando la temperatura mínima mensual se mantuvo por debajo de los 20 °C se observó un aumento en el porcentaje de mortalidad, este comportamiento se presentó a partir del cuarto ciclo de cosecha de hijos durante el primer período de estudio. Esto se debió, posiblemente, a que el cultivo de

piña es sensible a temperaturas inferiores a los 20 °C, de acuerdo con (Collins 1960; Garita 2014) quienes mencionan que la planta en estas condiciones de temperatura no responde al crecimiento tanto de raíz como de hojas. Estas condiciones fueron frecuentes entre los meses de noviembre a mayo y fue en este período donde la mortalidad de plantas fue más alta.

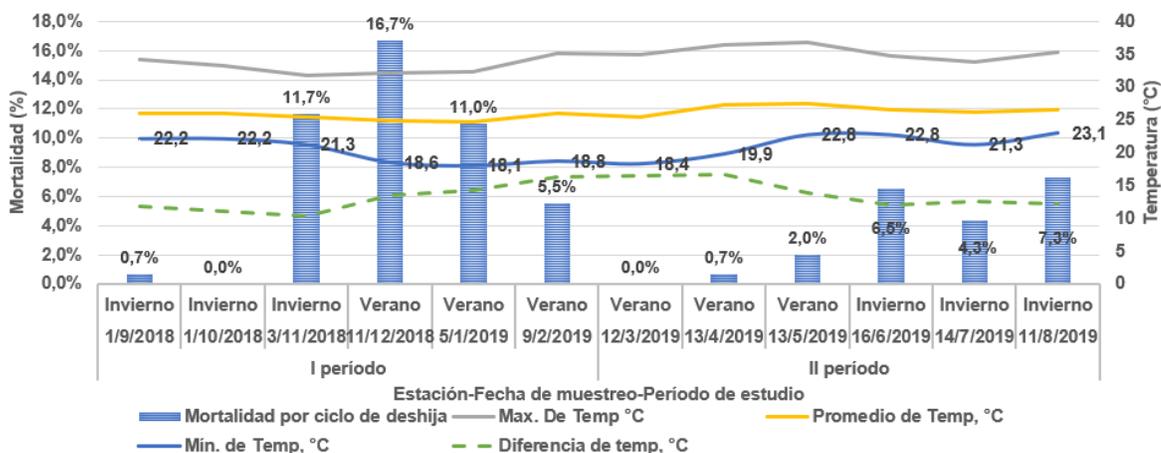


Figura 15. Relación existente entre el comportamiento de las temperaturas (máxima, mínima, promedio y diferencia de temperatura) y la mortalidad presente en el periodo evaluados en las dos épocas de estudio en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Costa Rica 2018-2019.

Otra posible causa de mortalidad fue la presencia de enfermedades como la pudrición causada por *Phytophthora spp* y por *Fusarium sp*, por lo que las temperaturas durante todo el estudio presentaron las condiciones propicias para el desarrollo de estas enfermedades tal como lo mencionan Matos *et al.* (2000) citados por Masís (2019) quienes hacen referencia a la existencia de una correlación entre la temperatura y la incidencia de *F. subglutinans*, ya que a mayor suma de horas por semana con temperaturas entre 23 °C y 27 °C aumenta la incidencia del agente causal. Por otra parte, Wimmer (2020) menciona que *Phytophthora sp* se encuentra en zonas de baja altitud, así como en zonas tropicales donde las temperaturas óptimas están en el rango de 25 °C -36 °C.

4.3. Curvas de producción de hijos

4.3.1 Curva de producción de hijo basal por ciclo de deshija

Cabe destacar que en el mes de febrero y el mes de agosto no se realizó evaluación de las variables en estudio, ya que para la fecha que debía realizarse el muestreo coincidió con la fecha de derriba de los lotes.

En la Figura 16, se muestra la producción de hijo basal con peso superior a 400 g por cada ciclo de deshija (mensual) en ambos períodos de estudio, donde además se hace referencia a las condiciones climáticas presentes (invierno y verano) y su relación con la precipitación.

La producción de hijo basal por planta durante el primer período de estudio fue mayor en hijo de categoría 4 (0,09 hijos/planta) en comparación al hijo de categoría 3 (0,02 hijos/planta), mientras que para el segundo período la producción de hijo basal en el primer ciclo fue nula para las dos categorías mencionadas. Para el segundo ciclo de cosecha de hijo la producción durante el primer período fue mayor en hijo de categoría 3 (0,09 hijos/planta) en comparación a la producción de hijo de categoría 4 (0,06 hijos/planta), de igual forma para el segundo período de estudio la producción de hijo fue mayor para hijo de categoría 3 (0,01 hijos/planta), mientras tanto, la producción de hijo de categoría 4 fue nula. Para el tercer ciclo de cosecha durante el primer período la mayor producción fue en hijo de categoría 3 (0,03 hijos/planta), mientras que la producción de categoría 4 fue de 0,00 hijos/planta, de igual forma la producción durante el segundo periodo de estudio durante el tercer ciclo de deshija fue mayor en el de categoría 3 con una producción de 0,00 hijos/planta mientras que respecto a hijos de categoría 4 la producción fue nula. La producción de hijo de categoría 3 durante el cuarto ciclo disminuyó en ambos períodos de estudio con una producción de 0,01 hijos/planta, y fue nula respecto a hijos de categoría 4. Durante el quinto ciclo de cosecha de hijos la producción fue nula tanto para hijo de categoría 3 como de categoría 4 en ambos períodos de estudio.

La producción de hijo basal en las categorías 3 y 4 fue mayor en los ciclos de cosecha del primer período de estudio en comparación a la producción por

ciclo del segundo período. Estos resultados pudieron estar influidos por las condiciones climáticas presentes durante el estudio, debido a que durante la producción de este material (principalmente durante los tres primeros ciclos de cosecha) en el primer periodo estuvo influenciado por condiciones de la época lluviosa, mientras que para el segundo periodo las condiciones que predominaron fueron los de la época seca.

Como se logra observar en la Figura 16 la producción del tipo de semilla basal disminuyó después del segundo ciclo de cosecha de hijos, incluso en el quinto ciclo de deshija su producción es nula. Las plantas de piña MD-2 en condiciones naturales por lo general no producen hijo basal después de la cosecha de la fruta esto debido a que las yemas en esta parte de la planta se encuentran latentes y el pedúnculo únicamente permite el desarrollo de los hijos que se produjeron antes de la cosecha del fruto y luego este tiende a deteriorarse.

El aprovechamiento de material de semilla tipo basal de categoría 4 se dio durante los dos primeros ciclos de deshija, por lo que su tasa de crecimiento fue lenta, por lo tanto, para el tercer ciclo de deshija la disponibilidad de esta categoría de semilla fue mínima e incluso nula; de igual forma, en cuanto al hijo de categoría 3, o con rango de peso >400 g <600 g, fue posible su aprovechamiento incluso hasta el segundo ciclo de deshija, ya que después del tercer ciclo la disponibilidad de esta categoría de hijo se consideró muy bajo. Tal como lo menciona Reinhardt *et al.* (2018), la disponibilidad de este material vegetativo ocurre principalmente durante los dos primeros ciclos de deshija, ya que este tipo de hijo se cae por la débil fijación al pedúnculo.

De acuerdo con los resultados obtenidos el comportamiento de producción de hijo basal y su relación con la precipitación se puede mencionar que en condiciones de precipitaciones abundante la producción de hijo por planta fue menor como se observa en la Figura 16. Durante los meses de invierno septiembre, octubre y noviembre las precipitaciones mensuales fueron inferiores a 200 mm y la producción de hijo fue mayor en comparación a los meses de

invierno correspondiente a junio y julio donde las precipitaciones fueron superiores a 200 mm mensuales y su producción de hijos por planta disminuyó.

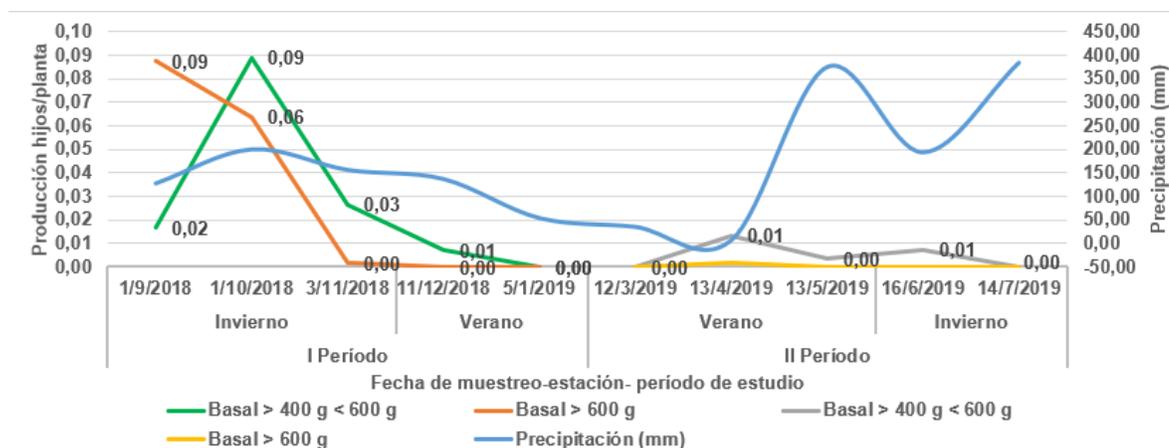


Figura 16. Producción de hijo basal por planta de categoría 3 y 4 con rango de peso >400 g <600 g y >600 g y su relación con la precipitación en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Costa Rica 2018-2019.

Se logró determinar que las condiciones climáticas principalmente durante los primeros meses de producción de hijo juegan un papel importante en cuanto a la producción de hijo tipo basal con peso superior a 400 g ya que en condiciones de invierno la producción es mayor que en condiciones de verano.

4.3.2 Curva de producción de hijo guía por ciclo de deshija

En la Figura 17 se presenta el comportamiento de producción de hijos guía por planta, de categoría 3 y 4 correspondiente a los rangos de peso >400 g <600 g y >600 g respectivamente durante los meses de septiembre-enero (primer periodo de estudio) y marzo-julio (segundo periodo de estudio) y su relación con la precipitación.

De acuerdo con los resultados se obtuvo que la producción de hijos guía por planta en el primer ciclo de cosecha durante el primer período de estudio fue mayor en hijo de categoría 4 (0,21 hijos/planta) que la de categoría 3 (0,02 hijos/planta), mientras que en el segundo periodo la producción de hijo para el primer ciclo fue mayor en hijo de categoría 3 (0,05 hijos/planta) que hijo de

categoría 4 (0,03 hijos/planta). Para el segundo ciclo de cosecha en el primer periodo de estudio la producción siguió siendo mayor en hijo de categoría 4 (0,15 hijos/planta) que el de categoría 3 (0,05 hijos/planta), mientras que en el segundo periodo la producción fue mayor en hijo de categoría 3 (0,12 hijos/planta) que el de categoría 4 (0,08 hijos/planta). A partir del tercer ciclo de cosecha durante el primer período de estudio la producción de hijo fue mayor para la categoría 3 con una producción de 0,09 hijos/planta para el tercer ciclo, 0,10 hijos/planta para el cuarto ciclo y 0,26 hijos/planta para el quinto ciclo mientras que para la categoría 4 la producción para el tercer, cuarto y quinto ciclo fue 0,07, 0,02 y 0,04 hijos/planta respectivamente. Por otra parte, durante el segundo periodo de estudio la producción de hijo por planta para el tercer, cuarto y quinto ciclo de cosecha fue mayor en hijo guía de categoría 3 que hijo de categoría 4.

Al comparar el comportamiento de las curvas de producción de hijo en sus dos categorías, por época y por ciclo de cosecha se obtuvo que para el hijo guía de categoría 3 la producción fue mayor durante la época seca tal como se observa en la Figura 17 en donde el primer y segundo ciclos de deshija la producción de hijo fue mayor en los meses de verano; de igual forma durante el quinto ciclo la producción de hijo mayor predominó en un mes con condiciones de verano. En cuanto al comportamiento de la curva de producción de hijo guía de categoría 4 en cada ciclo, la mayor producción predominó en condiciones de época lluviosa. Es decir, la época lluviosa favoreció la producción de hijos guía de mayor peso mientras que en la época seca los hijos que más se produjeron fueron de categoría 3 (>400 g <600 g).

La mayor producción de hijo guía de categoría 3 se presentó en el último ciclo de deshija en los dos periodos de estudio, mientras que en hijos de categoría 4 durante el primer periodo la mayor producción se obtuvo durante el primer ciclo de deshija en el mes de septiembre, para el segundo periodo la mayor producción de hijos de categoría 4 se presentó en el segundo ciclo de cosecha.

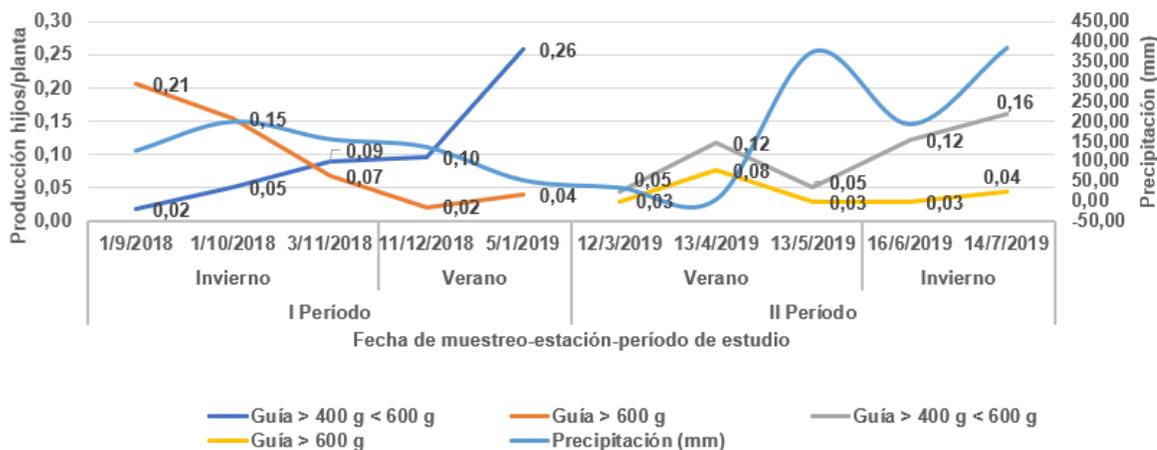


Figura 17. Producción de hijos guía por planta de categoría 3 y 4 con rango de peso > 400 g < 600 g y > 600 g y su relación con la precipitación en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Costa Rica 2018-2019.

Las curvas de producción de hijos de las categorías 3 y 4 durante el primer periodo de estudio presentaron un comportamiento inverso, mientras la curva de producción de hijos de categoría 3 aumenta, la curva de producción de hijos guías categoría 4 disminuyó de manera que estas se lograron encontrar y a partir del tercer ciclo de cosecha la producción de hijos por planta fue mayor en hijos de categoría 3. Este comportamiento en las curvas de producción de hijos por planta en las categorías anteriormente descritas fueron diferentes durante el segundo periodo de estudio en donde se presentó una mayor producción de hijo dentro de la categoría 3 en todos los ciclos de deshija. Se puede mencionar que las áreas de semilleros, durante los primeros meses favorece la producción de hijos de mayor categoría y con forme la edad de la plantación avanza el hijo que mayor se presenta son los de menor categoría.

En cuanto a la relación entre precipitación y producción de hijo se puede mencionar que la producción disminuyó conforme las precipitaciones aumentaron como se observa en la Figura 17. Durante el primer período de estudio en octubre se presentó un aumento en precipitación y en este mes se presentó una disminución en la producción de hijo guía de categoría 4. De igual forma, durante el segundo periodo, el mes de mayo se presentó un aumento en la precipitación y una disminución en la producción de hijos tanto de categoría 3 como de

categoría 4 y en este mismo periodo se presentó una disminución en la precipitación durante el mes de junio y un aumento de producción de hijo de categoría 3.

Se logró determinar que las condiciones lluviosas al inicio de la fase de desarrollo de los semilleros es un factor importante para la producción de hijo guía con peso superior a 400 g ya que en condiciones secas la producción de hijo con peso superior a 400 g es inferior.

4.3.3 Comportamiento productivo de hijos por planta por ciclo de cosecha

En la Figura 18 se presenta el detalle de la producción promedio de hijos por planta en cada ciclo de cosecha.

Durante el primer ciclo de cosecha la producción de hijo fue mayor en la categoría 4 que en la categoría 3 tanto en hijo basal como en hijo guía. Para el segundo ciclo la producción de hijo fue mayor en hijo guía de categoría 4 mientras que el hijo basal de categoría 4 presentó menor producción. Durante el tercer ciclo de cosecha, se observó que el hijo guía de categoría 3 se produjo en mayor cantidad, seguido por hijo guía de categoría 4 y el de menor producción fue hijo basal de categoría 4. Para el cuarto y quinto ciclos, el hijo guía de categoría 3 se produjo en mayor cantidad seguido por hijo guía de categoría 4, mientras que en hijos tipo basal de categoría 4 su producción fue nula; por otra parte, respecto al hijo basal de categoría 3 la producción fue nula durante el quinto ciclo de cosecha.

Como se observa en la Figura 18 el comportamiento de las curvas de producción de hijo para los tipos y categorías de hijos son diferente durante el ciclo de vida del semillero. La producción de hijo basal y guía en la categoría 4 fue mayor durante el primer ciclo de cosecha que el de categoría 3 luego tiende a disminuir mientras el de categoría 3 aumenta conforme cada ciclo. Una de las razones del porque el material más pesado fue el que se presentó en mayor cantidad durante el primer ciclo es por qué la mayoría de los hijos tuvieron su desarrollo al terminar la cosecha de la fruta. Tal como lo menciona Ríos *et al.*

(2019) el peso del hijo igual o mayor a 400 g, se lograr alcanzar aproximadamente a los 130 días después de la inducción.

La razón del comportamiento de las curvas de producción de hijo en las dos categorías (la de categoría 4 disminuyó por cada ciclo y la de categoría 3 aumentó) es porque el intervalo de deshija empleado de 30 días no fue el tiempo suficiente para que un hijo de bajo peso (peso inicial inferior a 150 g) alcanzara un peso superior a 400 g. La ganancia de peso de los hijos estando en la planta madre es variable, de acuerdo con (Pinon 1979) citado por (Py *et al.* 1987) un brote con un peso inicial de 150 g aumenta unos 250 g en 40 días. Mientras tanto Ríos *et al.* (2019) recalca que un hijo no posee una edad específica de cosecha dado que su desarrollo depende del manejo brindado.

La curva de producción de hijo dentro de la categoría 3 para el tipo de hijo basal presentó un aumento al segundo ciclo de cosecha luego disminuyó, mientras tanto el comportamiento de la curva de producción para el hijo guía presentó un aumento constante desde el primer ciclo de cosecha con una leve disminución al tercer ciclo y luego tiende a aumentar nuevamente hasta el quinto ciclo de cosecha siendo este ciclo el que mayor producción se obtuvo dentro de esta categoría y tipo de hijo.

Como se mencionó en el apartado 4.3.1 la disponibilidad de hijo basal disminuyó después del segundo ciclo de cosecha para ambas categorías, en la categoría 4 la disponibilidad fue nula a partir del cuarto ciclo mientras que en la categoría 3 a partir del quinto ciclo la disponibilidad fue cero. Con respecto al hijo guía en las dos categorías de peso su disponible estuvo en todos los ciclos de cosecha. Como se mencionó en el apartado 4.3.2 la producción de hijo guía de categoría 4 fue mayor durante los dos primeros ciclos de cosecha con respecto al hijo guía de categoría 3 y a partir del tercer ciclo de cosecha se obtuvo una mayor producción de hijo guía de categoría 3.

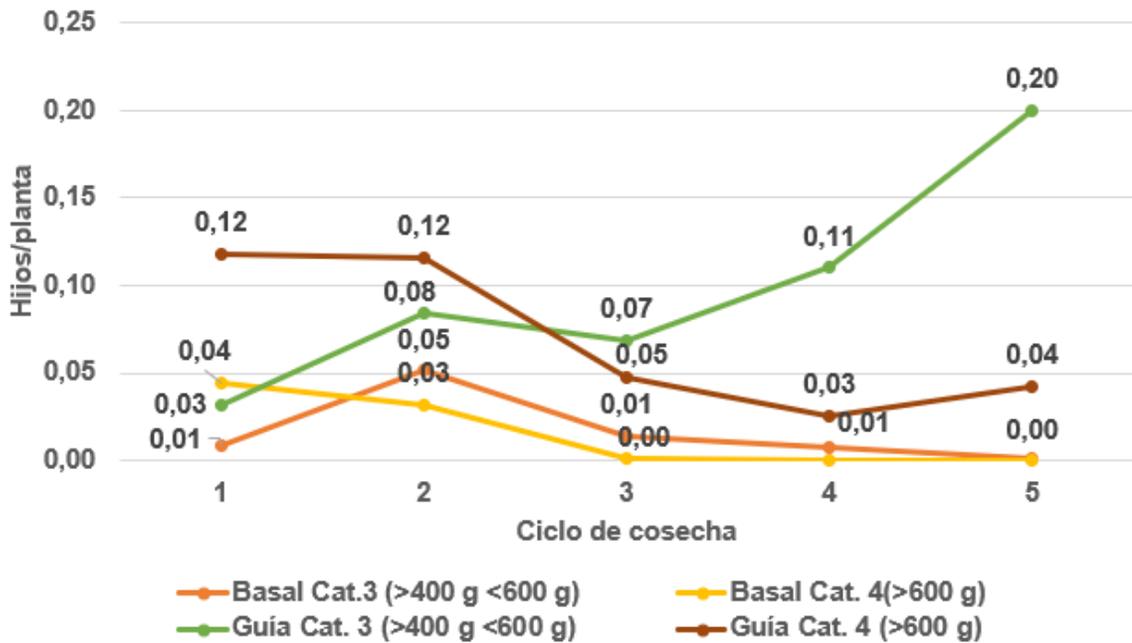


Figura 18. Producción de hijos por planta por cada tipo (basal y guía) y categoría 3 y 4 por rango de peso (>400 g <600 g, <600 g) en cada ciclo de cosecha en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A. Los Chiles Costa Rica 2018-2019.

La producción convencional de material vegetal para la propagación de piña MD-2 y especialmente en plantaciones de tercer ciclo productivo es una práctica utilizada especialmente si el objetivo es producción de hijo de calidad y no cantidad, ya que una plantación de tercer ciclo productivo la producción de hijo se considera menor a la obtenida en plantaciones de segundo ciclo productivo.

4.4 Producción acumulada de hijos por planta

4.4.1 Producción acumulada de hijo basal por planta

La Figura 19 muestra la producción de hijo basal acumulado en sus dos categorías en los diferentes ciclos de cosecha y su relación con la precipitación. Durante el primer período de estudio en los meses de septiembre a diciembre se presentó la producción de hijo basal, mientras que la producción del mismo tipo de hijo en el segundo período correspondió a los meses de marzo a junio.

Durante la época lluviosa de septiembre a noviembre la producción de hijo por planta fue superior en los basales de categoría 4, mientras que en los meses de época seca (marzo a mayo) la producción de hijos por planta fue superior en los de categoría 3. Por otra parte, al comparar la producción acumulada de hijo por época climática se observó que para las categorías 3 y 4 la mayor producción se presentó en la época lluviosa que correspondió a los tres primeros ciclos de cosecha durante el primer periodo de estudio (Figura 19).

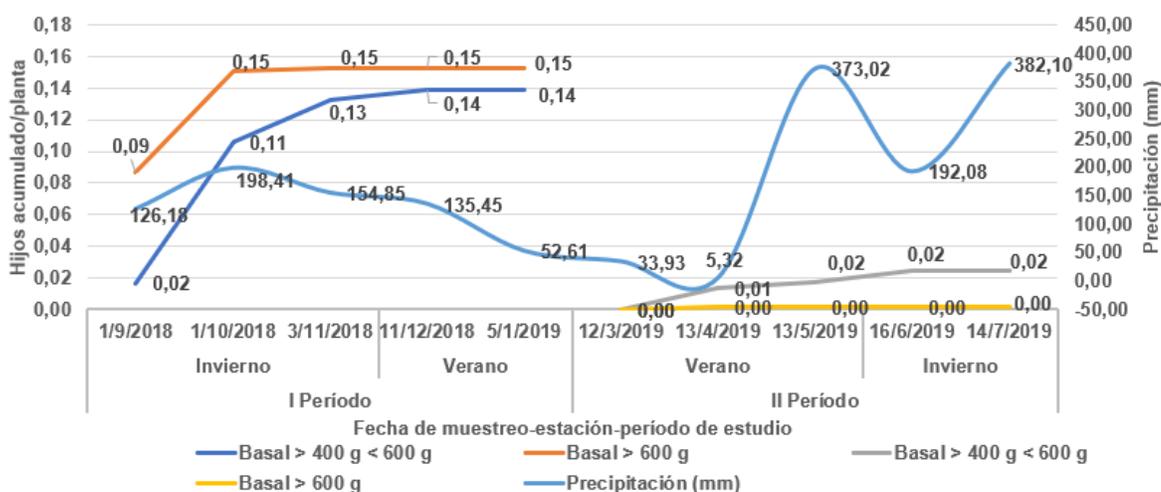


Figura 19. Producción acumulada de hijo basal en sus dos categorías 3 y 4 con rango de peso (>400 g <600 g y >600 g) durante el ciclo de vida de los semilleros y su relación con la precipitación en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A, Los Chiles Costa Rica 2018-2019.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la relación existente entre producción de hijos y precipitación mensual indica que durante la temporada en donde la precipitación estuvo por encima de los 126 mm en los tres meses de producción de semilla basal en la época lluviosa, la producción acumulada de hijos por planta fue mayor a la obtenida durante los tres meses de producción acumulada de hijo basal en la época seca en donde las precipitaciones fueron inferiores a 33,93 mm mensualmente.

4.4.2 Producción acumulada de hijo guía por planta

Como se mencionó en los apartados 4.3.2 y 4.3.3 la producción de hijo guía en sus categorías 3 y 4 estuvo disponible en todos los ciclos de cosecha durante las dos estaciones climáticas. La producción acumulada de hijo guía

superior a 400 g por cada ciclo de cosecha en los dos periodos de estudio y su relación con la precipitación se presenta en la Figura 20.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la producción acumulada de hijo por planta al quinto ciclo de cosecha durante el primer periodo de estudio fue superior en hijo de categoría 3 con un acumulado de 0,51 hijos/planta mientras en hijo guía de categoría 4 su producción fue de 0,49 hijos/planta. Por otra parte, para el segundo periodo de estudio la producción acumulada para el último ciclo de cosecha también fue mayor en hijo guía de categoría 3 con un acumulado de 0,49 hijos/planta mientras que para el hijo guía de categoría 4 la producción acumulada total fue de 0,21 hijos/planta.

Al comparar la producción acumulada de hijos en los diferentes ciclos de cosecha durante las dos estaciones climáticas se obtuvo que de la categoría 3 el acumulado de hijo por ciclo de cosecha fue superior en la época seca correspondiente, durante los tres primeros ciclos, a 0,21 hijos/planta mientras que en la época lluviosa el acumulado fue de 0,158 hijos/planta en la misma categoría para el cuarto ciclo se obtuvo que la mayor producción se presentó en junio, mes lluvioso; por otra parte para el quinto ciclo el acumulado de hijo fue superior en enero, mes seco, con 0,51 hijos/planta, mientras que para el mes lluvioso (julio) fue de 0,49 hijos/planta. Por otra parte, en cuanto al hijo de categoría 4 la producción acumulada durante los tres primeros ciclos de cosecha fue superior en la época lluviosa, de manera que, para el tercer ciclo la producción acumulada superó al acumulado total obtenido durante todo el ciclo de vida del segundo periodo de estudio.

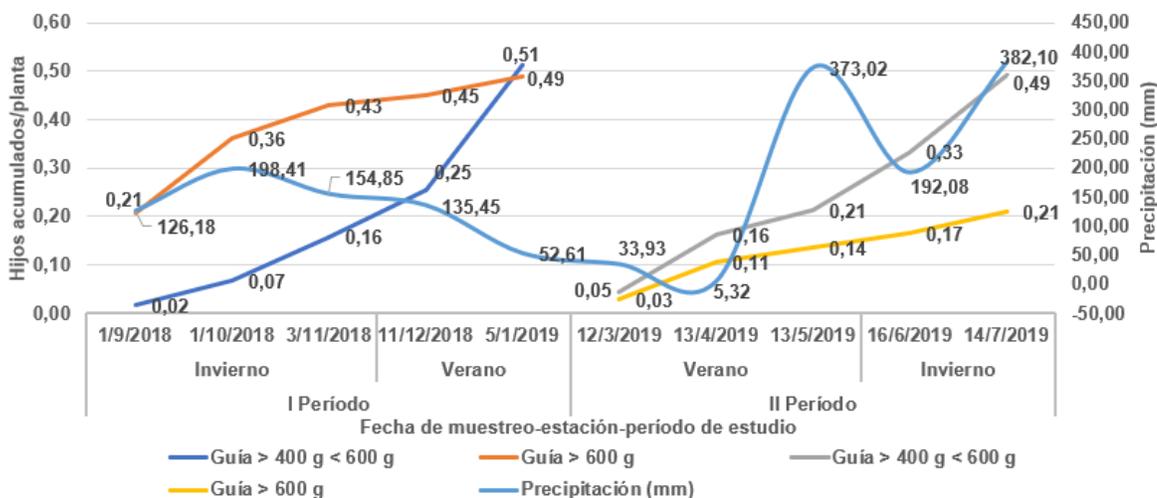


Figura 20. Producción acumulada de hijo guía en sus dos categorías 3 y 4 con rango de peso (>400 g <600 g y >600 g) durante el ciclo de vida de los semilleros y su relación con la precipitación en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A, Los Chiles Costa Rica 2018-2019.

En cuanto a la relación existente entre precipitación y producción de hijo guía de la categoría 4 durante los diferentes ciclos de cosecha, se observó que en temporadas donde la precipitación fue inferior a 200 mm mensual (septiembre a enero) la producción de hijo fue mayor comparado con la producción obtenida en los meses donde las precipitaciones alcanzaron valores hasta de 382 mm mensuales.

4.5 Productividad de semillero durante los dos periodos de estudio

La producción de hijo basal e hijo guía por hectárea por mes y la relación existente con la radiación solar se presenta en la Figura 21. Como se observa en la Figura 21 la mayor producción de hijos por hectárea correspondió al mes de septiembre en donde se produjo mayormente hijo guía de categoría 4 correspondiente a 12.931 hijos/ha; en la misma categoría y tipo de hijo en octubre se obtuvo una producción de 9.272 hijos/ha, mientras que, en diciembre, el mes de menor producción en la misma categoría y tipo de hijo, se cuantificaron 946 hijos/ha.

Al considerar la categoría 3 de hijo guía, la mayor producción se presentó en enero, correspondiente a 9.777 hijos/ha mientras que la producción más baja ocurrió en el mes de septiembre con 1.156 hijos/ha.

En cuanto al hijo basal la mayor producción se ubicó dentro de la categoría 3 y fue de 5.572 hijos/ha en el mes de octubre, mientras que el basal de categoría se obtuvo en mayor producción en el mes de septiembre (5.467 hijos/ha).

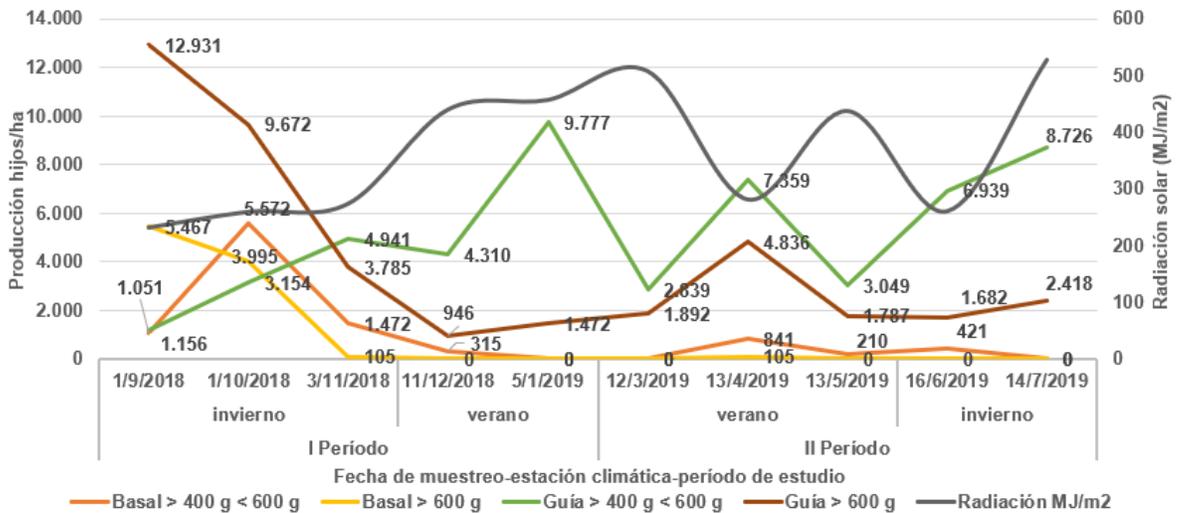


Figura 21. Producción de hijo basal y guía por hectárea en los dos períodos evaluados y su relación con la radiación solar (MJ/m²) en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A, Los Chiles Costa Rica 2018-2019.

Se observó una estrecha relación entre la radiación y producción de hijo como se observa en la Figura 21, en donde la curva de producción de hijo guía de categoría 3 aumentó al ritmo que aumentó la radiación principalmente durante los meses de septiembre a enero. El efecto de la radiación es un factor importante principalmente en la producción de material vegetal por ser la fuente principal de energía, tal como lo menciona Fischer y Orduz (2012), la radiación solar por ser la principal fuente de energía debe tener un carácter preponderante dentro de todos los factores ambientales determinantes para la buena producción de la planta.

La producción anual acumulada de hijos por hectárea tanto basal como hijo guía con peso superior a 400 g fue de 113.229 hijos/hectárea/año en semilleros de tercer ciclo productivo, el cual se consideró menor a la producción de un semillero de segundo ciclo productivo (Anexo 3). Valverde (2004) determinó que en un cultivo de segundo ciclo productivo la producción de semilla pre y post cosecha, fue de 176.415 hijos por hectárea por año, determinados en

piña MD-2, en la provincia de La Chorrera, Panamá, durante los meses de agosto 2002 a octubre 2003.

El promedio de producción acumulada de hijo basal e hijo guía con peso superior a 400 g por ciclo de cosecha (en total cinco ciclos) alcanzó valores de producción de 56.667 hijos/hectárea (Anexo 4). En ambos casos se tomó en cuenta la condición de mortalidad de plantas que se presentó en cada ciclo de cosecha lo que permitió obtener un valor más acertado.

4.6 Peso de hijo

Para cada tipo de hijo (basal y guía) se evaluaron tres categorías de peso (2, 3 y 4) con rangos establecidos (>300 g <400 g, >400 g <600 g, y >600 g respectivamente), estudio realizado en las dos estaciones climáticas del año (época seca y época lluviosa).

De acuerdo con los resultados, dentro de cada categoría por rango de peso (>300 g <400 g, >400 g <600 g, >600 g) el promedio de peso por hijo que se obtuvo mensualmente, tanto guía como basal, fue mayor en la estación invierno (Cuadro 5). Mientras que el promedio de peso mensual por tipo de semilla fue mayor en hijo tipo guía excepto en la categoría 2 en la época seca donde el hijo basal fue el que presentó el promedio de peso más alto (Cuadro 5).

Cuadro 5. Media y error estándar del peso de hijo (basal y guía con tres categorías por rango de peso) cosechado en las dos épocas del año en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles 2018-2019.

Estación	Tipo	Peso de hijo (g)					
		Cat. 2 (>300 g <400 g)		Cat. 3 (>400 g <600 g)		Cat. 4 (>600 g)	
		Promedio	EE	Promedio	EE	Promedio	EE
Invierno	Basal	337,45	10,12	501,51	8,23	764,08	18,41
Verano		325,81	22,91	472,05	11,41	676,50	0,00
Invierno	Guía	347,42	5,11	489,08	4,24	924,72	24,52
Verano		316,54	9,59	480,82	5,11	752,36	16,70

Se procedió al análisis de la correlación entre la estación climática, el tipo de hijo y la categoría según rango de peso respecto al peso promedio del hijo de piña producido.

El resultado del análisis se presenta en el Anexo 1, respecto al peso del hijo, el análisis de varianza no indicó diferencias significativas entre la interacción de los tres factores estudiados (tipo de hijo, estación climática, categoría según rango de peso) ($p=0,0665$); sin embargo, el efecto fue altamente significativo para la interacción entre la estación climática y la categoría por rango de peso ($p<0,0001$) y entre el tipo de hijo (basal y guía) y la categoría por rango de peso ($p\text{-valor} = 0,0022$).

El análisis de varianza indicó que las diferencias entre el peso del hijo según la estación climática y la categoría por rango de peso establecido (>300 g <400 g, >400 g <600 g, y >600 g) fueron estadísticamente significativas (Cuadro 6). El peso del hijo categoría 4 producido en invierno (844,40 g) fue estadísticamente diferente al peso del hijo de la misma categoría obtenido en verano (714,43 g); el peso del hijo de la categoría 4 presentó diferencias significativas respecto al peso del hijo de la categoría 3 tanto en invierno como en verano (peso promedio 495,30 g y 476,44 g respectivamente); mientras que el hijo correspondiente a la categoría 2 presentó menor peso, siendo significativamente diferente al peso del hijo de las demás categorías durante ambas estaciones, pero sin diferir entre sí al obtenido en estación lluviosa y seca (342,44 y 321,17).

Cuadro 6. Media y error estándar del peso de hijo obtenido entre la interacción categoría de peso por rango (>300 g <400 g, >400 g <600 g, >600 g) y la estación climática del año (época lluviosa y épocas seca) en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles 2018-2019.

Estación	Peso de hijo (g)					
	Cat. 2 (>300 g <400 g)		Cat. 3 (>400 g <600 g)		Cat. 4 (>600 g)	
	Promedio	EE	Promedio	EE	Promedio	EE
Invierno	342,44 e	7,62	495,30 c	6,24	844,40 a	21,47
Verano	321,17 e	16,25	476,44 d	8,26	714,43 b	8,35

Medias con letras iguales denotan que no existe diferencias estadísticas significativa según la prueba de comparación múltiple DGC ($p>0,05$).

De igual forma se indicó diferencias significativas respecto al peso del hijo obtenido mediante las interacciones entre el tipo de hijo (basal y guía) y la

categoría de hijo por rango de peso establecido (>300 g <400 g, >400 g <600 g, y >600 g) como se observa en el (Cuadro 7). El peso del hijo tipo guía fue significativamente diferente al peso del hijo basal, ambos de la categoría 4 correspondientes a 838,54 g y 720,29 g, los cuales fueron estadísticamente diferentes al peso presentado por hijo de la categoría 3 tanto del tipo basal como tipo guía, ya que se comportaron estadísticamente igual entre sí. El mismo comportamiento fue observado en el hijo tipo guía y tipo basal de la categoría de menor peso, correspondiente a la categoría 2, cuyo peso fue de 331,98 g y 331,63 g, respectivamente.

Cuadro 7. Media y error estándar del peso de hijo obtenido entre la interacción categoría de peso por rango (> 300 g < 400 g, > 400 g < 600 g, > 600 g) y el tipo de hijo (basal y guía) en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles 2018-2019.

Tipo	Peso de hijo (g)					
	Cat. 2 (>300 g <400 g)		Cat. 3 (>400 g <600 g)		Cat. 4 (>600 g)	
	Promedio	EE	Promedio	EE	Promedio	EE
Basal	331,63 d	16,52	486,78 c	9,82	720,29 b	9,21
Guía	331,98 d	7,35	484,95 c	4,68	838,54 a	20,61

Medias con letras iguales denotan que no existe diferencias estadísticas significativa según la prueba de comparación múltiple DGC ($p>0,05$).

Es importante tomar en cuenta que la clasificación por peso es más eficiente que la clasificación por tamaño por que el peso es una expresión de las reservas de almacenamiento, por lo que mejora el crecimiento de las plantas y la uniformidad en su desarrollo (Reinhardt *et al.* 2018).

4.7 Longitud de hijo

Por cada tipo de hijo (basal y guía), en las tres categorías (2, 3 y 4) por rango de peso establecido (>300 g <400 g, >400 g <600 g, y >600 g) se analizó la longitud de hijo en las dos estaciones climáticas del año (época seca y época lluviosa).

En el Cuadro 8, se muestra los resultados obtenidos con respecto a la longitud promedio dentro de cada categoría por tipo de hijo obtenido durante las dos estaciones climáticas. Se obtuvo que la longitud promedio por tipo de hijo

fue mayor en hijos tipo guía dentro de cada categoría comparado con el hijo tipo basal.

Con respecto a la longitud de hijo obtenido se presentó que en hijo basal dentro de las categorías 2 y 4 la mayor longitud se obtuvo en época lluviosa, mientras que, en la categoría 3 su longitud fue mayor en época seca; respecto al hijo guía independientemente de la categoría la mayor longitud se obtuvo en época lluviosa.

Cuadro 8. Media y error estándar de la variable longitud del hijo (basal y guía con tres categorías 2, 3 y 4) cosechado en las dos épocas del año en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles 2018-2019.

Estación	Tipo	Longitud de hijo (cm)					
		Cat. 2 (>300 g <400 g)		Cat. 3 (>400 g <600 g)		Cat. 4 (>600 g)	
		Promedio	EE	Promedio	EE	Promedio	EE
Invierno	Basal	46,65	2,17	56,13	1,34	68,22	1,43
Verano		45,25	3,35	59,35	1,77	63,00	0,00
Invierno	Guía	52,50	1,32	63,45	0,93	85,19	1,18
Verano		49,80	1,73	60,49	0,98	70,01	1,49

Se procedió con el análisis de correlación entre la categoría de peso según rango establecido, tipo de hijo y la estación climática con respecto a la longitud promedio de hijo. El análisis de varianza determinó un efecto no significativo de la interacción de los tres factores estudiados (categoría de peso con rango establecido, tipo de hijo y la estación climática) ($p=0,5234$); sin embargo, las interacciones dobles fueron altamente significativas para la interacción entre la estación climática y la categoría de peso ($p<0,0001$), entre el tipo de hijo (basal y guía) y la categoría de peso ($p=0,0274$) y entre el tipo de hijo y la estación climática (época seca y época lluviosa) ($p<0,0001$) (Anexo 2).

El análisis de varianza indicó que las diferencias de longitud entre la estación climática y la categoría de hijo por rango de peso fueron altamente significativas $p<0,0001$ (Cuadro 9, Anexo 2). La longitud de hijo en la categoría 4 obtenido durante el invierno (76,71 cm) fue estadísticamente diferente a la longitud obtenida en la misma categoría durante el verano (66,51 cm); la longitud

de hijo en la categoría 4 obtenido en invierno fue estadísticamente diferente a la categoría 3 obtenido en las dos estaciones climáticas invierno y verano cuya longitud fue de 59,79 cm y 59,92 cm respectivamente; sin embargo, la longitud de hijo de la categoría 4 durante el verano fue estadísticamente igual a la longitud de hijos de la categoría 3 obtenido durante las dos épocas invierno y verano. Las diferencias respecto a longitud de hijo fueron no significativas dentro de la categoría 3 durante el invierno y verano. La longitud de hijo que se obtuvo en la categoría de menor rango >300 g <400 g fue estadísticamente diferente a la longitud de las demás categorías en ambas estaciones, pero sin diferir entre sí al obtenido en las dos estaciones.

Cuadro 9. Media y error estándar para la variable longitud del hijo entre la interacción, estación climática (invierno y verano) y la categoría por rango de peso (>300 g <400 g, >400 g <600 g, >600 g) en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles 2018-2019.

Estación	Longitud de hijo (cm)					
	Cat. 2 (>300 g <400 g)		Cat. 3 (>400 g <600 g)		Cat. 4 (>600 g)	
	Promedio	EE	Promedio	EE	Promedio	EE
Invierno	49,58 c	1,75	59,79 b	1,14	76,71 a	1,31
Verano	47,53 c	2,54	59,92 b	1,38	66,51 b	0,75

Medias con letras iguales denotan que no existe diferencias estadísticas significativa según la prueba de comparación múltiple DGC ($p>0,05$).

El análisis de varianza indicó diferencias significativas entre longitud del hijo según el tipo y la categoría de hijo según su rango de peso $p=0,0274$ (Cuadro 10, Anexo 2). La longitud del hijo tipo guía dentro de la categoría 4 (77,60 cm) fue estadísticamente diferente a la longitud del hijo basal (65,61 cm); la longitud del hijo basal de la categoría 4 fue estadísticamente no significativa respecto a la longitud del hijo guía de la categoría 3; además la longitud de hijo dentro la categoría 3 fue estadísticamente diferente para los dos tipos de hijo, de igual forma para la categoría 2 fue estadísticamente deferente para los tipos de hijos.

Cuadro 10. Media y error estándar para la variable longitud del hijo entre la interacción, tipo de hijo (basal y guía) y la categoría por rango de peso (> 300 g <400 g, >400 g <600 g, >600 g) en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles 2018-2019.

Tipo	Longitud de hijo (cm)					
	Cat. 2 (>300 g <400 g)		Cat. 3 (>400 g <600 g)		Cat. 4 (>600 g)	
	Promedio	EE	Promedio	EE	Promedio	EE
Basal	45,95 e	2,76	57,74 c	1,56	65,61 b	0,72
Guía	51,15 d	1,53	61,97 b	0,96	77,60 a	1,34

Medias con letras iguales denotan que no existe diferencias estadísticas significativa según la prueba de comparación múltiple DGC ($p>0,05$).

El análisis de varianza indicó diferencias significativas entre la longitud del hijo según el tipo y la estación climática $p<0,0001$. La longitud del hijo guía en la época de invierno fue estadísticamente diferente a la longitud del hijo guía en época de verano; mientras que la longitud de hijo guía en verano fue estadísticamente igual a la longitud de hijo basal en las dos épocas.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se ha ejecutado este trabajo de investigación y después del análisis de los resultados obtenidos, se concluye que:

- ✓ La mortalidad de plantas en semilleros de piña híbrido MD-2 aumentó con cada ciclo de cosecha de hijo ejecutado con intervalo de 30 días y su mortalidad fue aún mayor cuando las precipitaciones aumentaron y la temperatura ambiental mínima alcanzó valores inferiores a 20 °C.
- ✓ La curva de producción de hijo por planta tipos basal y guía con peso superior a 600 g disminuyó con cada ciclo de cosecha ejecutado con intervalo de 30 días, mientras que en hijo basal y guía con peso entre 400 g y 600 g su producción aumentó con cada ciclo de cosecha.
- ✓ La época lluviosa favoreció la producción de hijo guía con peso mayor a 600 g (categoría 4) mientras que la época seca permitió una mayor producción de hijo guía con peso entre 400 g y 600 g de (categoría 3) cuando el intervalo de deshija fue realizado cada 30 días en semilleros de piña MD-2 en finca ubicada en Los Chiles Zona Norte de Costa Rica.
- ✓ El peso de hijo de piña MD-2 evaluado en tres categorías de peso correspondientes a >300 g <400 g, >400 g <600 g y >600 g fue mayor en época lluviosa que en época seca, correspondiente a 342,44 g-321,17 g, 495,30 g-476,44 g, 844,40 g-714,43 g respectivamente.
- ✓ El hijo de piña MD-2 tipo guía independientemente del peso cuando osciló entre 300 g y > 600 g presentó mayor longitud que el hijo basal.
- ✓ La producción de hijos viables de piña MD-2 tipo basal y guía con peso superior a 400 g se determinó en 113.229 hijos/ha/año en finca ubicada en Los Chiles Zona Norte de Costa Rica.

6. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda:

En investigaciones similares se recomienda realizar evaluaciones a intervalos de tiempo diferentes, se sugiere cada cuatro, cinco, seis o siete semanas después de cada cosecha de hijo para definir el tiempo más adecuado y de esa manera cosechar mayor cantidad de hijos homogéneos y de buen tamaño.

Se sugiere a la finca realizar un muestreo de mortalidad en semillero en el sexto ciclo de cosecha, en caso de presentar baja mortalidad (menor a un 25%) tomar en cuenta un séptimo u octavo ciclo de deshija según convenga.

En investigaciones similares tomar en cuenta el comportamiento de producción de hijos con peso superior a 250 g, ya que la semilla a partir de este rango de peso es apta para ser trasplantada.

7. BIBLIOGRAFÍA

- CANAPEP (Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña). 2017. Estadística: exportaciones de piña fresca. (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 9 de abr. 2018. Disponible en <https://canapep.com/estadisticas/#>
- Castro. Z. 1994. Cultivo de piña. *In* Atlas agropecuario de Costa Rica. (en línea) San José, Costa Rica, EUNED. 532 p. Consultado 9 mayo. 2018. Disponible en https://books.google.co.cr/books?id=AWQqijADFrIC&pg=PA204&lpg=PA204&dq=Origen+de+la+piña+Atlas+costarricense&source=bl&ots=SsniL8kTvb&sig=4w30wgXiYbhnCiuZ7Lh7QWcjobQ&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjt_qWpl8TaAhXJtIMKHQFLBrIQ6AEILDAB#v=onepage&q=Origen%20de%20la%20piña%20Atlas%20costarricense&f=false
- Collins, JL 1960. The pineapple. London. Leonard Hill. P 294.
- Dávila, JC. 2016. Establecimiento de un cultivo de piña MD-2 (*Ananas comosus* L. Merr) como estrategia productiva para fomentar el desarrollo agrícola y social del municipio de Córdoba Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Yopal Casanare, Colombia. 49 p.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balsarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Fassinou, VN. 2014. Using Agronomic Tools to Improve Pineapple Quality and its Uniformity in Benin.
- Fischer, G; Orduz, JO. 2012. Ecofisiología en frutales. Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Bogotá. p 54-52
- Gadea, A. 2010. Caracterización de la calidad de la fruta de piña híbrido MD-2 (*Ananas comosus*), destinada a proceso para la obtención de jugo pasteurizado y concentrado, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. (en línea). Tesis Bach. Ing. Agr. San Carlos, Costa Rica, TEC. 78 p. Consultado el 25 abr. 2018. Disponible en <http://hdl.handle.net/2238/2833>
- Garita, RA. 2014. La piña. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago Costa Rica.

- García A. 2008. Tendencia de producción de hijos en el cultivo de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. híbrido Venecia Gold, Venecia San Carlos. (en línea). Tesis Bach. Ing. Agr. San Carlos, Costa Rica, TEC. 77 p. Consultado 16 mayo 2018. Disponible en <http://hdl.handle.net/2238/2797>
- Isidrón, M. 2002. Algunas consideraciones técnicas acerca del establecimiento y atenciones al cultivo de la piña. (en línea). Ciego de Ávila, Cuba. 41 p. Consultado 23 de abr. 2018. Disponible en <https://ebookcentral.proquest.com/lib/itcrsp/reader.action?docID=3174660&ppg=1&query=Cultivo%20de%20pi%C3%B1a>
- Instituto Meteorológico Nacional. 2008. Clima, Variabilidad y cambio climático en costa rica. Editores Comité Regional de Recursos Hidráulicos. San José, Costa Rica. p 24-26.
- Jisen, Z; Ray M. 2018. Pineapple Genomics Database. (en línea). Consultado el 26 de abril del 2020. Disponible en <http://pineapple.angiosperms.org/pineapple/html/index.html>
- Maerere, AP. 1997. Axillary bud development as it determines suckering in “Queen victoria” and ‘Smooth cayenne’ pineapples. *Acta Horticulturae*, The Hague, Vol. 425, p 309-320.
- Masís, F. 2019. Diagnóstico de enfermedades bióticas en el cultivo de piña, híbrido MD-2, en la finca Agroexport piña E y R S.A, Pital, San Carlos. Práctica Lic. Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. 95 p.
- Matos, A; Mourichon, X. 1993. Development of resistance to infection by *Fusarium moniliforme* var. Subglutinans in wounds of pineapple plantlets. *Acta Horticulturae* 333: 423-428
- Matos, A; Santos, J; Fritsons, N; Correa, R. 2000. Effect of temperature and rainfall on the incidence of *Fusarium subglutinans* on pineapple fruits. *Acta Horticulturae* 529: 265-271.

- Meléndez, A. 2016. Los climas de Costa Rica: época seca y lluviosa de Costa Rica (en línea). Consultado 16 de feb. 2020. Disponible en <https://multimedia.uned.ac.cr/pem/climatologia/5climas/53epocas.html>
- Montero, M; Cerdas M. 2005. Guías Técnicas del manejo poscosecha de la piña en el mercado fresco. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) San José Costa Rica. 46 P.
- Morales, R. 2004. Desarrollo pre y post-siembra de diferentes categorías de semilla vegetativa en piña (*Ananas comosus*) (L) Merr, híbrido MD-2 en finca Apacona, Alajuela, Guatuso. Tesis Bach. Ing. Agr. San Carlos, Costa Rica. TEC. 53 p.
- Munive, L. 2015. Producción del cultivo de piña cv. Golden en la Selva Central Mazamari Satipo (Junín). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 55 p.
- Ortiz, RI. 2013. Evaluación de dosis y fuentes de enmiendas calcáreas en la fertilidad del suelo y el crecimiento de piña en finca Tres Amigos, Pital, San Carlos. (en línea). Tesis Lic. Ing. Agr. San Carlos, Costa Rica, TEC. 94 p. Consultado el 12 mar. 2018. Disponible en <http://hdl.handle.net/2238/3323>
- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 1999. Manual técnico de buenas prácticas de cultivo en piña. (en línea). Panamá. 45 p. Consultado el 5 abr. 2018. Disponible en <https://ebookcentral.proquest.com/lib/itcrsp/reader.action?docID=3161466&query=Cultivo+de+pi%C3%B1a>
- Peña, H; Díaz, JA; Martínez, T. Fruticultura Tropical. Editorial Felix Varela. Santafé de Bogotá D.C., Colombia. 234 p.
- Py, C; Lacoeylthe, JJ; Teisson, C. 1987. The Pineapple cultivation and uses. Techniques Agricoles Et Productions Tropicales. Dept. of Plant Molecular Physiology University of Hawaii at Manoa. 625 p.

- Reinhardt, DH; Bartholomew, DP; Souza, FV; Carvalho, AC; Pereira, TR 2018. Advances in pineapple plant propagation. Revista Brasileira de Fruticultura,40(6).
- Ríos, L; Puentes, CL; Trejos, AM; Ramos, YP; Carabalí, A; Gómez, Y; Saavedra, S. 2019. Manual Técnico para la producción de semilla de piña (*Ananas comosus* L. Merrill) variedad MD-2. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA. Mosquera, Colombia. 96 p.
- Rodríguez, RC; Rodríguez, ID; Lorente GY; López, D; Izquierdo, RE. Borroto, LS; Bonet, C; Garza, Y; Aragón, CE. Podesta; FE; Rodríguez, R; González, JL. 2016. Efecto del déficit hídrico sobre cambios morfo-fisiológicos y bioquímicos en plantas micropropagadas de piña MD-2 en la etapa final de aclimatación. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 37. p 64-73
- Rodríguez, R; Becquer, R; Pino, Y; López, D; Rodríguez, RC; Lorente, GY; Izquierdo, RE; González, JL. 2016. Producción de frutos de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) MD-2 a partir de vitroplantas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 37. p 40-48
- Rojas, V. 2008. Efecto de la frecuencia de fertilización en el rendimiento de semilleros de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido Venecia Gold, en finca Agrícola Industrial San Cayetano S.A., Horquetas Sarapiquí. (en línea). Tesis Lic Ing. Agr. San Carlos, Costa Rica, TEC. 96 p. Consultado 5 mar. 2018. Disponible en <http://hdl.handle.net/2238/3177>
- Rojas, CA. 1980. Técnicas de manejo y observaciones realizadas en el cultivo de la piña (*Ananas comosus* L. Merr) en la zona de Buenos Aires de Puntarenas. Tesis. Bach. Ing. Agr. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 53 p.
- Sandoval IA; Torres EE, 2011. Guía Técnica del Cultivo de la Piña. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdova (CENTA). San Andrés, El Salvador. 18 p.

- Sanewski GM (2009) Breeding Ananas for the cut-flower and garden markets. Acta Hort 822:71–78 p.
- Sanewski, GM; Bartholomew, DP; Paull, RE. 2018. The Pineapple Botany, Production and Uses. 2nd edition. Pag 353.
- Valdés, S. 2014. Diversidad de los recursos fitogenéticos de piña (*Ananas comosus* L. Merrill) y especies afines de cuba y Canarias. (en línea). Tesis Doc. Agr. La Habana, Cuba. Universidad Agraria de la Habana. Consultado 15 de abr 2018. Disponible en <https://ebookcentral.proquest.com/lib/itcrsp/reader.action?docID=4310200&ppg=1&query=Ananas%20comosus>
- Valverde, R. 2004. Comportamiento agronómico del cultivo de piña (*Ananas comosus* L. Merr) híbrido MD-2 en la localidad del Arado, la Chorrera, Panamá. Tesis Bach. Ing. Agr. San Carlos, Costa Rica. TEC. 63 p.
- Vargas, E. 2011. Guía para la identificación y manejo integrado de plagas en piña. Proyecto REPCar. 30 p.
- Weather Spark, 2016. El clima promedio en los Chiles Costa Rica. (en línea) consultado el 30 de mayo de 2018. Disponible en <https://es.weatherspark.com/y/15530/Clima-promedio-en-Los-Chiles-Costa-Rica-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Precipitation>
- Wimmer, R. 2020. Pineapple fruit. Fungal and bacterial heart rots. (en línea) Estados Unidos. Medicinal Plants Archive. Consultado el 5 de julio de 2020. Disponible en <https://www.medicinalplantsarchive.us/pineapple-fruit/fungal-and-bacterial-heart-rots.html>

8. ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico para la variable peso de hijo (basal y guía con tres categorías de peso) evaluados en las dos épocas del año (invierno y verano) en Finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles Costa Rica 2018-2019.

Modelos lineales generales y mixtos

Resultados para el modelo: mlm.modelo.082_Peso_REML

Variable dependiente: Peso

Medidas de ajuste del modelo

n	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	0
381	4180,73	4278,50	-2065,37	31,99	0,82	

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	38302,35	<0,0001
Tipo	1	12,75	0,0004
Estacion	1	15,97	0,0001
Cat.Pesos	2	940,58	<0,0001
Tipo:Estacion	1	0,63	0,4285
Tipo:Cat.Pesos	2	6,22	0,0022
Estacion:Cat.Pesos	2	14,00	<0,0001
Tipo:Estacion:Cat.Pesos	2	2,73	0,0665

Peso - Medias ajustadas y errores estándares para Tipo*Cat.Pesos

DGC (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Tipo	Cat.Pesos	Medias	E.E.	
Guía	600	838,54	14,84	A
Basal	600	720,29	18,45	B
Basal	400	486,78	7,03	C
Guía	400	484,95	3,32	C
Guía	300	331,98	5,43	D
Basal	300	331,63	12,52	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Peso - Medias ajustadas y errores estándares para Estacion*Cat.Pesos

DGC (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Estacion	Cat.Pesos	Medias	E.E.	
INVIERNO	600	844,40	15,33	A
VERANO	600	714,43	18,04	B
INVIERNO	400	495,29	4,63	C
VERANO	400	476,43	6,25	D
INVIERNO	300	342,43	5,67	E
VERANO	300	321,18	12,42	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 2. Análisis estadístico para la variable longitud de hijo (basal y guía con tres categorías de peso) evaluados en las dos épocas del año (invierno y verano) en Finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles Costa Rica 2018-2019.

Resultados para el modelo: `mlm.modelo.083_Longitud_REML`

Variable dependiente: Longitud

Medidas de ajuste del modelo

n	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	0
381	2685,23	2783,00	-1317,62	6,86	0,65	

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	23543,55	<0,0001
Tipo	1	43,17	<0,0001
Estacion	1	41,27	<0,0001
Cat.Pesos	2	243,44	<0,0001
Tipo:Estacion	1	20,49	<0,0001
Tipo:Cat.Pesos	2	3,63	0,0274
Estacion:Cat.Pesos	2	15,69	<0,0001
Tipo:Estacion:Cat.Pesos	2	0,65	0,5234

Longitud - Medias ajustadas y errores estándares para Tipo*Estacion

DGC (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Tipo	Estacion	Medias	E.E.	
Guía	INVIERNO	67,05	0,67	A
Guía	VERANO	60,10	0,83	B
Basal	INVIERNO	57,00	0,97	B
Basal	VERANO	55,87	2,61	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Longitud - Medias ajustadas y errores estándares para Tipo*Cat.Pesos

DGC (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Tipo	Cat.Pesos	Medias	E.E.	
Guía	600	77,60	0,95	A
Basal	600	65,61	3,51	B
Guía	400	61,97	0,68	B
Basal	400	57,74	1,11	C
Guía	300	51,15	1,09	D
Basal	300	45,95	1,99	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Longitud - Medias ajustadas y errores estándares para Estacion*Cat.Pesos

DGC (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Estacion	Cat.Pesos	Medias	E.E.	
INVIERNO	600	76,71	0,93	A
VERANO	600	66,50	3,51	B
VERANO	400	59,92	1,01	B
INVIERNO	400	59,79	0,81	B
INVIERNO	300	49,58	1,27	C
VERANO	300	47,52	1,88	C

Anexo 3. Producción de hijos por plantas he hijos por hectárea tanto basal como guía con peso superior a 400 g, en los lotes evaluados por cada ciclo de cosecha en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.

Periodo	Estación	Fecha de muestreo	Mortalidad por Ciclo de Cosecha	*DECC	Basal Cat.3 (>400 g <600 g)		Basal Cat. 4(>600 g)		Guía Cat. 3 (>400 g <600 g)		Guía Cat. 4 (>600 g)		Hijos / ha acumulado
					Hijos / planta	Hijos / hectárea	Hijos / planta	Hijos / hectárea	Hijos / planta	Hijos / hectárea	Hijos / planta	Hijos / hectárea	
I	invierno	1/9/2018	0,7%	62.659	0,02	1.051	0,09	5.467	0,02	1.156	0,21	12.931	20.606
	invierno	1/10/2018	0,7%	62.659	0,09	5.572	0,06	3.995	0,05	3.154	0,15	9.672	22.393
	invierno	3/11/2018	12,3%	55.300	0,03	1.472	0,00	105	0,09	4.941	0,07	3.785	10.303
	verano	11/12/2018	29,0%	44.787	0,01	315	0,00	0	0,10	4.310	0,02	946	5.572
	verano	5/1/2019	40,0%	37.848	0,00	0	0,00	0	0,26	9.777	0,04	1.472	11.249
II	verano	12/3/2019	0,0%	63.080	0,00	0	0,00	0	0,05	2.839	0,03	1.892	4.731
	verano	13/4/2019	0,7%	62.659	0,01	841	0,00	105	0,12	7.359	0,08	4.836	13.142
	verano	13/5/2019	2,7%	61.398	0,00	210	0,00	0	0,05	3.049	0,03	1.787	5.046
	invierno	16/6/2019	9,2%	57.298	0,01	421	0,00	0	0,12	6.939	0,03	1.682	9.041
	invierno	14/7/2019	13,5%	54.564	0,00	0	0,00	0	0,16	8.726	0,04	2.418	11.144
Total acumulado por año					0,16	9.883	0,15	9.672	1,01	52.251	0,70	41.423	113.229

*DECC: Densidad estimada por ciclo de Cosecha. Viene dada por la densidad inicial de semillero tomando en cuenta un 17% de mortalidad desde su plantación hasta la fase inicial de semillero. Quedando como densidad inicial en semillero 63,080 plantas/ha, luego se resta el porcentaje de mortalidad por cada ciclo.

Anexo 3. Producción de hijos por plantas he hijos por hectárea tanto basal como guía con peso superior a 400 g, por ciclo de cosecha en finca Piñas Cultivadas de Costa Rica S.A Los Chiles, Alajuela, Costa Rica 2018-2019.

Ciclo de cosecha	Mortalidad por ciclo de cosecha	*DECC	Basal Cat.3 (>400 g <600 g)		Basal Cat. 4(>600 g)		Guía Cat. 3 (>400 g <600 g)		Guía Cat. 4 (>600 g)		Hijos / ha acumulados
			Hijos / planta	Hijos / hectárea	Hijos / planta	Hijos / hectárea	Hijos / planta	Hijos / hectárea	Hijos / planta	Hijos / hectárea	
1	0%	62.870	0,01	526	0,04	2.786	0,03	1.998	0,12	7.412	12.721
2	1%	62.659	0,05	3.207	0,03	1.998	0,08	5.257	0,12	7.254	17.715
3	8%	58.349	0,01	841	0,00	53	0,07	3.995	0,05	2.786	7.675
4	19%	51.042	0,01	368	0,00	0	0,11	5.625	0,03	1.314	7.307
5	27%	46.206	0,00	53	0,00	0	0,20	9.252	0,04	1.945	11.249
Total acumulado por ciclo			0,08	4.994	0,08	4.836	0,49	26.126	0,35	20.711	56.667

*DECC: Densidad estimada por ciclo de Cosecha. Viene dada por la densidad inicial de semillero tomando en cuenta un 17% de mortalidad desde su plantación hasta la fase inicial de semillero. Quedando como densidad inicial en semillero 63,080 plantas/ha, luego se resta el porcentaje de mortalidad por cada ciclo.

