UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

“Características agronómicas de cuatro líneas mejoradas PIMA IPA de algodón (*Gossypium barbadense* L.) de fibra extralarga, en el distrito de Chincha Baja, departamento de Ica”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

Juanjosé Martínez Cabrera

ORCID ID: 0009-0009-3502-6343

ASESOR:

Dr. Mario Humberto Taipe Cancho

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3612-9730

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Básica

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Mejoramiento genético de plantas

CAÑETE – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

"Características agronómicas de cuatro líneas mejoradas PIMA IPA de algodón (*Gossypium barbadense* L.) de fibra extralarga, en el distrito de Chincha Baja, departamento de Ica"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADA POR:

Juanjosé Martínez Cabrera

APROBADA POR:

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: LEON TTACCA BETSABE FIR 41288646 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 24/09/2024 15:22:33-0500

Dra. Betsabé Leon Ttacca

Presidente

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: ÑIQUE ALVAREZ MANUEL ALFREDO FIR 23013382 hard
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 04/09/2024 22:02:37-0500

Dr. Manuel Alfredo Ñique Álvarez

Secretario

Mg. María Luisa García Ruíz

Vocal

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: GARCIA RUIZ Maria Luisa FAU 20491363402 soft
Motivo: En señal de conformidad
Fecha: 23/09/2024 11:14:40-0500

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: TAIPE CANCHO MARIO HUMBERTO FIR 31188466 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 04/09/2024 12:35:20-0500

Dr. Mario Humberto Taipe Cancho

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

Ley de Creación Nº 29488

UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

"'Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional'"

San Vicente, 29 de Diciembre del 2022

VICEPRESIDENCIA ACADEMICA

CONSTANCIA ANTIPLAGIO DEL SOFTWARE TURNITIN - UNDC

DATOS DEL ALUMNO:

Apellidos y Nombres : Martinez Cabrera Juanjosé.

Código de Alumno : 1409938096.

Escuela Profesional : Agronomia.

TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION:

"Características agronómicas de cuatro líneas mejoradas PIMA IPA de algodón (Gossypium barbadense L.) de fibra extralarga, en el distrito de Chincha, departamento de Ica, 2019"

HACE CONSTAR:

El presente documento acredita que el Trabajo de Investigación presentado por el estudiante **"NO SE CONSIDERA PLAGIO INTENSIONAL AL TENER UN GRADO DE SIMILITUD DEL 4% Y NO SOBREPASAR EL MAXIMO DEL 20% DE SIMILITUD, CONSIDERADO EN EL REGLAMENTO PARA OTORGAR EL GRADO ACADEMICO DE BACHILLER Y TITULO PROFESIONAL EN LA UNDC**; por lo tanto, se considera originalidad del trabajo de Investigación presentado a la *Universidad Nacional de Cañete*, en la UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: HUAMAN OJEDA PEDRO VICTOR FIR 15430085 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 29/12/2022 20:41:13-0500

Prof. Pedro V. Huamán Ojeda
Asistente de Biblioteca
FIRMA DIGITAL DE CONFORMIDAD

Se expide este documento para los fines pertinente.

DEDICATORIA

Para mis padres, sin ellos no sería quien soy.

Para mi esposa y mis hijos, sin ellos no tendría un rumbo.

Para mis hermanas, sin ellas no habría infancia.

Para mi amigo desde siempre.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional de Cañete, por darme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

Agradezco al Instituto Peruano del Algodón, en la persona del Doctor Juan Lazo Alvarez y del Tecnico Richard Basurto Quispe, por permitirme realizar mi trabajo de investigaciòn en el campo experimental que dirigen.

Agradezco al Doctor Mario Humberto Taipe Cancho, por su invaluable asesoría, paciencia y apoyo para realizar este trabajo de investigacion.

Agradezco infinitamente a mi familia.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL..……vi

ÍNDICE DE TABLAS……..…….. …….……...x

ÍNDICE DE FIGURAS……..…..…….xii

ÍNDICE DE ANEXOS……..……xiii

RESUMEN.....xiv

ABSTRACT.....xv

Capítulo I. Introducción.....1

Capítulo II Marco Teórico.....3

2.1. Antecedentes.....3

2.1.1. Internacionales.....3

2.1.2. Nacionales 14

2.1.3. Regionales 14

2.2. Bases teóricas.....6

2.2.1. El algodón.....6

2.2.1.1. Clasificación taxonómica……6

2.2.1.2. Morfología de la planta de algodón……6

2.2.1.3. Desarrollo de la planta de algodón…….8

2.2.1.4. Líneas IPA……..8

2.2.2. Características productivas.....14

2.2.2.1. Principales características relacionadas con la precocidad……14

2.2.2.2. Principales características relacionadas con la morfología……14

2.2.2.3. Principales características relacionadas con el rendimiento……..16

2.2.2.4. Principales características relacionadas con la calidad de fibra…17

2.3. Marco conceptual.....18

Capítulo III. Materiales y métodos.....20

3.1. Variables a evaluar.....20

3.1.1. Variable independiente.....20

3.1.2. Variables dependientes.....20

3.1.2.1. Comportamiento fenológico…….20

3.1.2.2. Características morfológicas…..……..21

3.1.2.3. Potencial de rendimiento……..……21

3.1.2.4. Calidad de fibra…….21

3.2. Tipo de investigación.....22

3.3. Población.....24

3.4. Muestra seleccionada.....26

3.5. Plan de conducción del experimento 27

3.5.1. Preparación del terreno…….27

3.5.2. Siembra…….28

3.5.3. Labores culturales ……28

3.5.4. Resumen de datos meteorológicos registrados durante los meses en que se realizó el experimento……30

3.6. Procesamiento y análisis de datos.....31

3.6.1. Homogeneidad de varianzas.....31

3.6.2. Normalidad de datos.....32

3.6.3. Pruebas de comparación múltiple de promedios.....34

Capítulo IV. Resultados y discusión.....35

4.1. Resultados.....35

4.1.1. Comportamiento fenológico.....35

4.1.1.1. Ciclo al inicio de botonaje 35

4.1.1.2. Ciclo al inicio de floración....36
4.1.1.3. Ciclo al inicio de dehiscencia....38
4.1.1.4. Ciclo vegetativo....39
4.1.2. Características morfológicas....41
4.1.2.1. Altura de planta....41
4.1.2.2. Inserción del primer simpodio....42
4.1.2.3. Número de nudos en el tallo....43
4.1.2.4. Número de monopodios (ramas vegetativas)....44
4.1.2.5. Número de órganos caídos....45
4.1.3. Potencial de rendimiento....47
4.1.3.1. Rendimiento total....47
4.1.3.2. Peso de mota....47
4.1.3.3. Acude....49
4.1.3.4. Índice de fibra....50
4.1.3.5. Índice de semilla....51
4.1.4. Calidad de fibra....53
4.1.4.1. Longitud de fibra....53
4.1.4.2. Uniformidad de fibra....54
4.1.4.3. Finura (Micronaire)....55
4.1.4.4. Reflexión....57
4.1.4.5. Grado....57
4.2. Discusión....58
4.2.1. Comportamiento fenológico....58
4.2.2. Características morfológicas....60
4.2.3. Potencial de rendimiento....61

4.2.4. Calidad de fibra 62

Capítulo V. Conclusiones 65

Capítulo VI. Recomendaciones 66

Capítulo VII. Referencias Bibliográficas 67

ANEXOS 79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Precocidad, morfología y rendimiento de algodón, Campañas 2002-2003/2003-2004 en Chincha.....9
Tabla 2. Rendimiento de algodón, campañas 2002-2003/2003-2004 en el distrito de Chincha 9
Tabla 3. Indicadores de rendimiento, morfología y calidad de algodón en el IPA, campaña 2015-16 en Chincha.....10
Tabla 4. Resultados de la experimentación intermedia del IPA, campaña 2015-16.....11
Tabla 5. Resultados de la experimentación avanzada del IPA, campaña 2015-16.....12
Tabla 6. Resultados de experimentación intermedia, Chincha, campaña 2017-18.....12
Tabla 7. Arreglo común de datos según tratamientos y factores en un diseño cuadrado latino 23
Tabla 8. Análisis de varianza para un diseño cuadrado latino 24
Tabla 9. Número aleatorio de la tabla de números aleatorios.....25
Tabla 10. Clave de tratamientos según línea IPA de algodón 26
Tabla 11. Registros mensuales de temperaturas altas, temperaturas bajas y temperaturas medias 2019 - 2020……..30
Tabla 12. Prueba de homogeneidad de varianzas de los indicadores de precocidad, morfología, calidad y rendimiento del algodón, en Chincha……31
Tabla 13. Test Shapiro - Wilk para normalidad de todas las variables.....33
Tabla 14. Análisis de varianza para ciclo al inicio de botonaje 35
Tabla 15. Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para ciclo al inicio de botonaje..….36
Tabla 16. Análisis de varianza para ciclo al inicio de floración 37
Tabla 17. Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para ciclo al inicio de floración 37
Tabla 18. Análisis de varianza para ciclo al inicio de dehiscencia……..38
Tabla 19. Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para ciclo al inicio de dehiscencia .39
Tabla 20. Análisis de varianza para ciclo vegetativo……..40
Tabla 21. Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para ciclo vegetativo.....40
Tabla 22. Análisis de varianza para altura de planta.....41
Tabla 23. Análisis de varianza para inserción del primer simpodio 42
Tabla 24. Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para inserción del primer simpodio43
Tabla 25. Análisis de varianza para número de nudos en el tallo.....44
Tabla 26. Análisis de varianza para número de monopodios 45

Tabla 27. Análisis de varianza para número de órganos caídos 46
Tabla 28. Prueba de comparación de promedios de Duncan (α=0.05) para número de órganos caídos.....46
Tabla 29. Análisis de varianza para rendimiento total.....47
Tabla 30. Análisis de varianza para peso de mota……..48
Tabla 31. Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para peso de mota 49
Tabla 32. Análisis de varianza para acude ……..49
Tabla 33. Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para acude.....50
Tabla 34. Análisis de varianza para índice de fibra 51
Tabla 35. Análisis de varianza para índice de semilla……52
Tabla 36. Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para índice de semilla 52
Tabla 37. Análisis de varianza para longitud de fibra.....53
Tabla 38. Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para longitud de fibra.....54
Tabla 39. Análisis de varianza para uniformidad de fibra 55
Tabla 40. Análisis de varianza para finura……56
Tabla 41. Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para finura.....56
Tabla 42. Análisis de varianza para reflexión.....57
Tabla 43. Análisis de varianza para grado 58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis del ensayo y clave de las líneas IPA.....26

Figura 2. Gráfico de líneas, evolución de la temperatura de setiembre a mayo ……..31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos ordenados para ingreso al SAS…….….79
Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables…… …..81
Anexo 3. Croquis de la parcela experimental…… …….83
Anexo 4. Mapa de ubicación de la INIA – EEA Chincha ..……84
Anexo 5. Escalas de calificación de la fibra……85
Anexo 6. Panel fotográfico…… …….88
Anexo 7. Constancia de similitud……..……..93

RESUMEN

Se realizó la investigación con el objetivo de comparar las características agronómicas más importantes de cuatro líneas mejoradas de algodón fibra extra larga, en las instalaciones del Instituto Peruano de Innovación Agraria (INIA) del distrito de Chincha Baja, departamento de Ica, mediante una investigación experimental que fue parte de una red de ensayos comparativos que realizó el Instituto Peruano del Algodón (IPA). El experimento se realizó en una parcela experimental de 540.00 m^2, en un diseño cuadrado latino utilizando como tratamientos las líneas de algodón (*Gossypium barbadense*): IPA 4707, IPA E3-6110, IPA 3207, IPA 3409 y PIMA IPA 59 (testigo). Las variables evaluadas fueron las características fenológicas mediante sus indicadores: ciclo al inicio de botonaje, inicio de floración, inicio de la dehiscencia y ciclo vegetativo; en las características morfológicas se evaluaron: la altura de planta, inserción del primer simpodio, número de nudos en el tallo, número de monopodios y número de órganos caídos; en las características de potencial de rendimiento se evaluaron: rendimiento total, peso de mota, acude, índice de fibra e índice de semilla; y en las características de calidad de fibra se evaluaron: la longitud de fibra, uniformidad de fibra, finura, reflexión y grado de amarillamiento de la fibra. Entre los resultados de importancia para el peso de mota fue de 3.82 a 3.92 g, la longitud de fibra entre 34.918 a 35.570 mm y el grado de micronaire entre 3.886 a 4.054 mμ. Se concluye que las líneas más destacadas en el comportamiento fenológico fueron IPA 32-07 e IPA 34-09; para las características morfológicas las líneas IPA E3-61-10 e IPA 47-07 y para potencial de rendimiento las más resaltantes fueron las líneas IPA 34-09, IPA 32-07 e IPA E3-61-10; y en cuanto a la calidad de fibra las líneas destacadas fueron IPA E3-61-10, IPA 34-09 e IPA 32-07.

Palabras clave: fenología, morfología, dehiscencia, mota, acude.

ABSTRACT

The research work consisted in the evaluation and comparison of the phenological, morphological, yield and fiber quality characteristics of four extra-long fiber IPA cotton (*Gossypium barbadense*) lines and a control. The experiment was part of a network of comparative trials carried out by the Peruvian Cotton Institute (IPA) in the cultivation fields of the Peruvian Institute of Agrarian Innovation (INIA), located in Fundo Cercado Grande in the district of Chincha Baja, province of Chincha, Ica department; In an experimental plot of 540.00 square meters, applying the Latin square experimental design, cotton lines (Gossypium barbadense) were used, among them: IPA 4707, IPA E3-6110, IPA 3207, IPA 3409 and PIMA IPA 59 (control); which were provided by the IPA. The phenological characteristics evaluated were: cycle at the beginning of budding, cycle at the beginning of flowering, cycle at the beginning of dehiscence and vegetative cycle; The morphological characteristics evaluated were: plant height, insertion of the first sympodium, number of nodes in the stem, number of monopodia and number of drooping organs; Among the yield potential characteristics, the following were evaluated: total yield, speck weight, flock, fiber index and seed index; and regarding the characteristics of fiber quality, the following were evaluated: fiber length, fiber uniformity, fineness, reflection and degree of yellowing of the fiber. From the results of the evaluations it was concluded that the most outstanding lines in the phenological behavior were IPA 32-07 and IPA 34-09; for the morphological characteristics, the lines IPA E3-61-10 and IPA 47-07 were the ones that stood out the most; likewise, for yield potential the most outstanding were the lines IPA 34-09, IPA 32-07 and IPA E3-61-10; and in terms of fiber quality, the lines that stood out were IPA E3-61-10, IPA 34-09 and IPA 32-07.

Keywords: phenology, morphology, dehiscence, speck, acude.

Capítulo I

Introducción

Durante mucho tiempo el algodón fue uno de los mas importantes cultivos del agro peruano, el Perú era productor de grandes cantidades de algodón, llegando a ser el principal cultivo de exportación; siendo el cultivo más importante en la generación de divisas para el país. Las favorables condiciones climáticas que el país ofrece y la excepcional calidad mundial de las variedades peruanas de algodón de fibra larga y extra larga fueron fundamentales para que se diera tal auge (Brenes et al., 2001).

Hoy en día la fibra de algodón, sustenta de manera directa la vida de más de veintemil familias de productores costeños (8 % de la población económicamente activa), abastece con materia a aproximadamente 173 fábricas de hilados y tejidos, y es el punto de partida para que aproximadamente 400 empresas textileras dirijan su producción, no solo al mercado nacional sino también al extranjero.

Sin embargo, la producción de algodón ha disminuido considerablemente, debido a la baja rentabilidad de las variedades tradicionales por su menor productividad, baja calidad de fibra y menor precio del algodón rama cosechado; así como también por la permanente caída de los precios internacionales, la competencia internacional que ingresa a precios muy competitivos y desalienta la producción de algodón, lo que conlleva a la reconversión productiva con otros cultivos.

Según el Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA) del Ministerio de Agricultura desde hace 15 años la superficie algodonera en el país ha disminuido de 70,000 hectáreas a 25,000 hectáreas sembradas en las últimas campañas (Ministerio de Agricultura [MIDAGRI], 2018).

En nuestro país una serie de factores han obstaculizado el desarrollo del cultivo del algodón en los últimos años, siendo entre ellos los bajos niveles de productividad, la baja rentabilidad, el fuerte incremento de las importaciones de fibra, la falta de investigación varietal, la falta de continuidad de los programas de investigación y de extensión, los sistemas productivos deficientes y desorganizados, así como los factores adversos de clima y suelo.

Frente a esta problemática, el Instituto Peruano del Algodón – IPA desde sus inicios en el año 1998 mediante su Programa de Mejoramiento Genético que comprende trabajos de evaluación comparativa avanzada, intermedia y preliminar de las mejores líneas seleccionadas para rendimiento, calidad y precocidad, hibridaciones inter-varietales y de selección de nuevas

progenies; ya ha lanzado al cultivo comercial, desde hace años, la variedad Pima IPA 59 que expone mayor rendimiento, precocidad, mejor calidad de fibra y rentabilidad más alta con relación a las variedades tradicionales sembradas en la costa del Perú.

Las razones que justifican la presente investigación son: la escasa experimentación en el algodón para mantener un comportamiento agronómico favorable con ciclos vegetativos más cortos (menores a los 7 meses), equilibrio más eficiente entre el desarrollo de la estructura reproductiva y vegetativa de la planta del algodón, así como parámetros de rendimiento que determinen una mayor productividad tanto en algodón rama como en algodón fibra. Así también se requiere de una calidad de fibra más competitiva y en particular con una mayor longitud, mayor resistencia y mejor finura. De esta manera se logrará solucionar la baja rentabilidad, precocidad, mejor calidad de fibra y una óptima estructura morfológica que las observadas en variedades tradicionales, para lograr el máximo valor agregado de los productos textiles.

Los objetivos de la investigación realizada fueron comparar las características agronómicas más importantes de cuatro líneas mejoradas PIMA IPA (IPA 47- 07, E3 -61- 10, 32- 07, 34 -09) de algodón de fibra extra larga, siendo éstas el comportamiento fenológico, las características morfológicas, el potencial de rendimiento y la calidad de fibra. Siendo ésta investigación parte de una Red de ensayos comparativos, los resultados obtenidos no son concluyentes, ya que las líneas con las mejores características serán sometidas a evaluaciones posteriores.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Bourgou et al. (2018) compararon accesiones de algodón con el objetivo de cuantificar los componentes de calidad de fibra dentro de la colección e identificar las accesiones con el potencial de mejorar la calidad de fibra de los cultivares africanos. Concluyeron que las muestras evaluadas contienen alelos de calidad de la fibra que podrían mejorar la calidad de la fibra de los cultivares africanos.

Hougni et al. (2017) evaluaron los descriptores utilizados en la caracterización fenotípica del algodón de los programas de mejoramiento genético en Benín a partir del mapeo final de las plantas, con el objetivo final de evaluar su utilidad. Concluyeron que el mapeo final de las plantas ayuda a los fitomejoradores a recopilar datos importantes utilizados para la caracterización agromorfológica de los genotipos del algodón.

Bowman et al. (2016) realizaron un estudio para determinar la combinación óptima de réplicas, años y ubicaciones de los datos necesarios para mostrar una diferencia de 1 día en la madurez entre cultivares. Llegaron a la conclusión que el método de Arkansas para estimar la madurez es más rápido y bastante preciso. El método de Carolina del Norte es más detallado, aunque no necesariamente más preciso.

Groves et al. (2016) evaluaron las relaciones entre ciertos rasgos de la fibra y los componentes del rendimiento y su relación con el rendimiento en una variedad de genotipos y ambientes de algodón, con el objetivo de desarrollar estrategias de selección que pudieran mejorar el rendimiento y la estabilidad del rendimiento sin afectar negativamente la calidad de la fibra. Concluyendo que existe influencia genética y ambiental en los componentes del rendimiento y los rasgos de calidad de la fibra.

Zhang et al. (2016) realizaron una investigación para desarrollar cultivares sin glándulas de acala que tengan un rendimiento y una calidad de fibra comparables a los del algodón de acala comercial; llegando a la conclusión que la segregación transgresiva positiva para rendimiento de fibra, peso de capsula y porcentaje de pelusa no debe esperarse en el cruce Acala × Acala, mientras que las segregaciones transgresivas negativas ocurrieron con frecuencia para los tres rasgos y la resistencia de la fibra. En general, no hubo segregación transgresora para la uniformidad de la fibra, el alargamiento y el contenido de fibra corta.

Cole et al. (2016) determinaron la contribución relativa de los componentes del rendimiento a la estabilidad general del rendimiento en tipos de población que difieren en variabilidad genética intrapoblacional. Y concluyeron que, la diferencia entre los tipos de población, con respecto al rendimiento y la estabilidad, se atribuyó a las entradas heterocigóticas que producen más cápsulas en los entornos de bajo rendimiento, mientras que producen números similares a las poblaciones homocigóticas en los entornos de alto rendimiento.

Abd El-Moghny et al. (2015) evaluaron la divergencia genética entre 14 genotipos locales de algodón y seis genotipos exóticos utilizando estadística multivariada de Mahalanobis D^2 y análisis de metroglifos, se concluyó que la hibridación entre genotipos de diferentes grupos ofrece nuevos recombinantes genéticos para la mejora de las características económicas. Esta información podría utilizarse para la hibridación entre genotipos distintos para aumentar la variabilidad genética del algodón.

Aramendiz et al. (2010) cuantificaron el progreso genético en el rendimiento de fibra de algodón en Colombia. En base a los resultados concluyen que el progreso genético para el rendimiento de fibra fue de 121,86 $kg.ha^{-1}$, lo que representa un 9.14% anual, ello debido a efectos netamente genéticos que ambientales. El porcentaje de fibra y el peso de cápsula, registraron poca incidencia en el aumento del rendimiento de fibra.

2.1.2. Nacionales

Orihuela (2004) realizó el ensayo de 2 nuevas variedades de algodón Upland e híbridos interespecíficos, adaptadas a las diferentes condiciones agroecológicas, con mayor nivel de rendimiento, calidad de fibra, mayor rentabilidad y de crecimiento determinado. Para lo cual se hicieron evaluaciones biométricas: de precocidad, morfología, rendimiento y de calidad de fibra, en tres localidades de la Región San Martín, utilizándose el diseño experimental de Bloques completos al azar con 4 repeticiones.

2.1.3. Regionales

Espinoza (2002) evaluó comparativamente a nivel preliminar 48 selecciones provenientes de progenies selectas, por adaptación, menor periodo vegetativo y buen potencial de rendimiento. Se evaluaron las características de precocidad, de morfología, de rendimiento y de calidad de fibra. Los resultados obtenidos indicaron que hay suficiente variabilidad genética en casi todos los parámetros evaluados; por lo que se pudo aplicar el 50 % de presión de selección y elegir las 24 lineas superiores para la siguiente fase intermedia de evaluación.

Massaro (2002) menciona que tomando en cuenta la mejora parcial de la calidad de fibra por selección dentro de la población considerada como Linaje LMG 1-72; se ha tenido que cruzar el linaje LMG 1-72 con otras variedades de algodón con el objetivo de mejorar los niveles de rendimiento y calidad de fibra. Después de cinco campañas consecutivas de cruzamientos y selección se han logrado incrementar, el rendimiento de algodón rama en 24 q/ha y la resistencia de fibra en 3.50 g/tex.

Lazo (1999) experimentó con 4 linajes Tangüis (LMG1-72, ICA-161-74, UNA-1 y CH-H-23-90), concluyendo que presentan ciclos de desarrollo más tardíos (7.1 a 7.2 meses), planta más alta (154 a 185 cm); así mismo los linajes ICA-161-74 y CH-H-23-90 presentan mayores valores en peso de mota e índice de semilla. Y en cuanto a calidad de fibra: longitud (31.7 a 32.3 mm), resistencia (30.5 a 31.3 g/tex) y micronaire (5.1 a 5.4). La fibra de linajes Tangüis presenta, una alta tasa de madurez (>0.90) y color blanco brillante (alta reflexión >78 % y bajo índice de amarillamiento: 7.8 a 9.1).

Lazo (1998) caracterizó y multiplicó 261 variedades de algodón de origen nativo, encontrando alta variabilidad aprovechable para el mejoramiento genético en Precocidad (ciclos vegetativos de 5.1 a 7.1 meses), morfología (altura de planta de 79 a 289 cm, número de bellotas por planta de 0 a 111), rendimiento de fibra (1.9 a 53.4 q/ha) y en calidad de fibra (longitud de 22.6 a 38.1 mm, resistencia de 25.1 a 35.2 g/tex, micronaire de 2.9 a 6.5).

Lazo (1998) obtuvo 2443 capsulas hibridas procedentes de cruzamientos entre 4 progenitores de *G. barbadense* introducidos de Arizona, EEAA (Pima S-7, Phytogene 57, L-8810 y L84514) de alta precocidad, calidad de fibra y crecimiento determinado y 6 progenitores Tangüis (LMG-1-72, ICA-161-74, UNA-1, CH-H-23-90, CH-H-49-82 y CH-H-46-81) destacados en siembra comercial.

Lazo (2003) evaluó 3 tipos de progenies provenientes de trabajos de mejoramiento genético y selección en una fase avanzada de experimentación, los cuales se estudiaron en ensayos de adaptabilidad y eficiencia agronómica para identificar, en diferentes ambientes agroecológicos, las líneas más promisorias que tengan mayor productividad y precocidad de desarrollo, mayor rendimiento de fibra al desmote y mayor calidad y potencial hilandero de la fibra.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El algodón

El algodón es una planta de origen tropical, muy versátil y de gran adaptación, se encuentra en los lugares más diversos, en forma silvestre, y se cultiva bajo las más diversas condiciones de suelo y clima. Su explotación económica ocurre entre las latitudes 47 ° N y 32 ° S y altitudes de hasta 1000 m, siendo uno de los cultivos más dispersos del mundo lo que conlleva a que su siembra y cosecha tenga lugar durante todo el año. Debido a su resistencia a la sequía, esta especie es importante para las regiones semiáridas del planeta. Estas características permiten que el cultivo del algodón sea una actividad de gran relevancia económica y social estando presente en más de 100 países, ocupando aproximadamente el 2.5% de las tierras agrícolas del mundo Brubaker y otros, 1999; UNCTAD, 2009; Valderrama, 2009 como se citó en (Vidal Neto y Freire, 2013).

El algodón agrupa a cuatro especies del género *Gossypium* (familia Malvaceae), las cuales son, *Gossypium hirsutum* L., *Gossypium barbadense* L., *Gossypium arboreum* L. y *Gossypium herbaceum* L., que fueron domesticadas de forma independiente como fuentes de fibra textil. A nivel mundial, el género *Gossypium* comprende alrededor de 50 especies (Tripathi et al., 2011).

2.2.1.1. Clasificación taxonómica.

Según Tripathi et al. (2011) la clasificación taxonómica del algodonero está constituida por:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliphyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Malvales
Familia	:	Malvaceae
Género	:	*Gossypium*
Especies	:	arboreum, barbadense, herbaceum, hirsutum.
Nombre científico	:	*Gossypium* spp. L.
Nombre común	:	Algodón.

2.2.1.2. Morfología de la planta de algodón.

Raíz. El sistema radical del algodón está conformado por una raíz pivotante y una serie de ramificaciones laterales que constituyen la estructura principal de absorción y anclaje. El

desarrollo de este sistema está influido fuertemente por el tipo de suelo en el que se desarrolla y la distribución de la humedad en sus distintos horizontes. Con un crecimiento promedio de 2 cm diarios, en una planta madura el pivote central puede alcanzar 2.50 a 3.00 m de profundidad. (Arturi, 1984).

Tallo. El tallo principal tiene crecimiento erguido, terminal y continuo. Desarrolla una serie de nudos, cada uno con una hoja y 2 ó 3 yemas latentes en la base de cada hoja, capaces de producir ramas. En los dos primeros nudos opuestos se desarrollan las hojas cotiledonares y en cada nuevo nudo que aparece arriba de los cotiledones se produce una hoja verdadera simple (Reyes, 2014).

Yemas. En general, existen dos yemas de ramas en la base de cada hoja. Mauney y Ball (1959), como se cita en The cotton foundation (1986) designaron al más prominente de los brotes como el "primer" axilar y al de desarrollo más lento el "segundo" axilar. Al estudiar la relación anatómica de estos brotes descubrieron que la segunda axilar era una rama de la primera axilar.

Ramas. Según Reyes (2014) las ramas en una planta de algodón se clasifican como ramas vegetativas (monopodia ya que tienen un solo meristemo) y ramas fructíferas (sympodia porque contiene múltiples meristemos). Las ramas vegetativas al tener un solo meristemo, crecen rectas y erectas, como el tallo principal; y también pueden producir ramas fructíferas.

Así mismo Jost et al. (2007 mencionan que las ramas fructíferas tienen un hábito de crecimiento "en zigzag" (como consecuencia del crecimiento intermitente de la rama fructífera), a diferencia del hábito de crecimiento directo de las ramas vegetativas. Las ramas vegetativas se producen después de las ramas fructíferas, desarrollándose en los nudos directamente debajo del nudo en el que se desarrolló la primera rama fructífera.

Hoja. Tanto la forma como el tamaño del limbo son muy variables, no solo dentro de cada especie, sino incluso en una misma planta afirma Arturi (1984), mencionando también que presentan de 3 a 5 lóbulos y su superficie está cubierta de cierta pubescencia. Otro rasgo frecuente es la presencia de nectarios en la cara inferior ubicados sobre las nervaduras principales. Así mismo, el largo del peciolo guarda proporción con el tamaño del limbo y es de dimensión similar al del lóbulo central. A cada lado de la inserción del peciolo, en el tallo, hay dos pequeñas estipulas u hojas rudimentarias.

2.2.1.3. Desarrollo de la planta de algodón.

El algodón es una planta del tipo C3, en cuyo ciclo vegetativo se reconocen una serie de etapas o fases fenológicas que marcan la evolución de la planta hacia la madurez. En la duración de cada una de esas fases influye el medio ambiente (Arturi, 1984).

En este proceso de crecimiento y desarrollo de la planta, Reyes (2014) distingue tres periodos bien marcados:

Establecimiento de la planta o fase vegetativa. Desde la siembra hasta la aparición del primer botón floral. La planta establece su sistema radicular y su patrón de desarrollo. Incluye la fase de germinación y emergencia hasta el despliegue de los cotiledones, que dura 5 días en promedio, y la fase juvenil, desde el despliegue de los cotiledones hasta la aparición del primer botón floral. Dura 24 días en promedio con rangos de 21 a 28 días (Reyes, 2014).

Formación de órganos fructíferos o etapa reproductiva. Empieza con la aparición del primer botón floral hasta la apertura de la primera bellota. Es la etapa más importante en el desarrollo de la planta, porque en este período se produce la formación de botones que darán lugar a las bellotas capaces de ser cosechadas (Reyes, 2014).

Se consideran dos fases:

Prefloración: Del primer botón floral a la apertura de la primera flor. Dura 27 días en promedio con un rango entre 22 a 32 días.

Floración: Desde la primera flor a la apertura de la primera bellota. Dura 58 días en promedio, con rango de 47 a 70 días (Reyes, 2014).

Maduración de las bellotas: La bellota alcanza su tamaño normal entre las 3 y 4 semanas después de la fecundación de la flor. La maduración de las bellotas hasta la dehiscencia depende del cultivar, de la posición de la bellota en la rama frutera y de la posición de la rama frutera sobre el tallo principal. La dehiscencia empieza cuando las plantas tienen alrededor de 115 días de edad y se prolonga conforme han madurado las bellotas hasta su apertura final (Reyes, 2014).

2.2.1.4. Líneas IPA.

Las líneas de algodón IPA están clasificadas según la precocidad, morfología y rendimiento, el Instituto Peruano del Algodón (IPA) ha desarrollado líneas durante las campañas agrícolas del año 2002 al año 2004 en Chincha como se puede apreciar en la tabla 1.

Tabla 1

Precocidad, morfología y rendimiento de algodón, Campañas 2002-2003/2003-2004 en Chincha

LÍNEA	CV	AP	ACUDE	PM	REND.	REND.	LF	UNIF.	RST	MIC	IH
	días	cm		g.	A.R. QQ/HA	FIBRA QQ/HA	mm	%	g/tex	ug/pulg	
IPA-ELS-98-9	218.5	150.9	2.5	4.4	87.3	35.0	34.6	86.0	39.9	5.1	186.3
IPA-ELS-98-28	215.5	146.6	2.5	4.3	89.5	35.4	33.9	84.6	38.9	5.1	157.7
IPA-LS-31-98	219.7	151.3	2.65	3.7	103.8	39.1	33.8	86.8	32.5	4.9	170
IPA-ELS-98-34	213.8	162.9	2.6	4.7	91.6	35.0	35.0	85.2	40.2	5.1	183.8
IPA-ELS-98-59	210.8	146.0	2.6	4.3	95.3	36.0	36.5	85.7	38.3	4.3	192.4
IPA-ELS-98-60	214.6	158.9	2.5	4.8	92.4	36.7	34.3	85.8	40.1	4.4	191.6
IPA-ELS-98-62	216.6	143.1	2.8	4.2	90.6	32.9	35.1	86.2	38.6	5.1	184.4

Nota: Según el Instituto Peruano del algodón (2004), las siglas son: CV: Ciclo vegetativo, AP: altura de planta, PM: Peso de mota, LF: Longitud de fibra, AR: algodón rama, UNIF: Uniformidad, RST: Resistencia, MIC: Micronaire, IH: indice de hilabilidad.

Del mismo modo, en la tabla 2 el IPA da a conocer los rendimientos de las líneas estudiadas.

Tabla 2

Rendimiento de algodón, campañas 2002-2003/2003-2004 en el distrito de Chincha

LÍNEA	RENDIMIENTO q/Ha	
	A.R.	FIBRA
IPA-ELS-98-9	87.3	35.0
IPA-ELS-98-28	89.5	35.4
IPA-LS-31-98	103.8	39.1
IPA-ELS-98-34	91.6	35.0
IPA-ELS-98-59	95.3	36.0
IPA-ELS-98-60	92.4	36.7
IPA-ELS-98-62	90.6	32.9

Nota: AR: Algodón rama.

Los trabajos de mejoramiento genético del Instituto Peruano del Algodón comprenden: Evaluación comparativa preliminar, intermedia y avanzada de las líneas IPA más destacadas, seleccionadas para rendimiento, calidad, morfología y precocidad, con el fin de disponer, a corto plazo y mediano plazo, con nuevas variedades IPA que cuenten con mejores características agronómicas en productividad de algodón fibra, menor acude, priorizando la selección de fibra extra larga con mejor calidad y potencial textil (Lazo, 2003).

Entre las campañas agrícolas 2015 al 2016, el Instituto Peruano del Algodón estudió las variedades IPA de la tabla 3, dando a conocer indicadores de rendimiento, morfología y calidad.

Tabla 3

Indicadores de rendimiento, morfología y calidad de algodón en el IPA, campaña 2015-16 en Chincha

VARIEDAD	PM	AC	RT	LF	RST	MIC	SFI	IH
IPA - 4 - 12	4.1	2.7	86.3	35.1	40.7	4.2	4.8	202.4
IPA - 5 - 12	4.2	2.67	82.4	34.9	41	4.4	4.9	199.5
IPA - 10 - 12	4.4	2.78	90.7	36.3	39.7	4.1	4.9	202.2
IPA - 12 - 12	4.2	2.66	89.8	36.1	38	4.2	4.8	199.7
IPA - 18 - 12	4.2	2.74	84.3	35.5	39.3	4.4	4.8	195.1
IPA - 20 - 12	4.6	2.65	85.2	35	35.7	4.6	4.8	186.9
IPA - 22 - 12	4.2	2.71	87.2	34.7	40.3	4.4	4.8	201.7
IPA - 24 - 12	4.2	2.66	74.2	37.8	36.7	4	4.7	203.9
IPA - 25 - 12	4.2	2.71	84.6	35.2	38.1	4.5	4.8	191.6
IPA - 26 - 12	4.5	2.68	77.6	38.3	38.3	4.3	4.7	205.5
IPA - 29 - 12	4	2.72	91.7	35.6	40	4.2	4.8	194.7
IPA - 33 - 12	4.5	2.79	89.4	35.5	36.7	4.1	5	189.7
IPA - 36 - 12	3.8	2.77	85.8	33.8	36.4	3.9	4.9	185.3
IPA - 37 - 12	4.3	2.74	97.5	33.5	43.2	4.4	5	199
IPA - 39 - 12	3.9	2.8	86.8	35.1	41.8	4.3	4.8	198.7
IPA - 41 - 12	4	2.62	85.5	33.6	36.2	4.2	5.1	184.8
IPA - 59 - (T)	4.2	2.73	91.9	34.2	39.7	4.4	4.9	194.8

*Nota***:** La tabla 3 muestra los resultados de la experimentación preliminar en la investigación mejoramiento genético del algodón a cargo del IPA en convenio con el INIA de Chincha cuyas siglas son: PM: peso de mota, AC. Acude, RT: rendimiento total, LF: longitud de fibra, RST: resistencia, MIC: micronaire, SFI: IH: índice de hilabilidad.

El IPA, realiza investigaciones preliminares, intermedias y avanzadas, los resultados de la investigación intermedia en la campaña agrícola 2015 al 2016 se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

Resultados de la experimentación intermedia del IPA, campaña 2015-16

VARIEDAD	PM	AC	RT	LF	RST	MIC	SFI	IH
IPA-5-11	4	2.71	81.6	34.9	40.4	3.9	4.9	198.6
IPA-38-11	4.2	2.56	95.2	34.8	38.7	4.4	4.9	192.3
IPA-86-11	3.9	2.66	95	35.4	41	3.9	4.8	204.2
IPA-17-11	4	2.68	75.1	36.4	41.1	4.1	4.7	203.8
IPA-95-11	4.1	2.63	78.4	35.1	39.8	4	4.8	197.1
IPA-104-11	4.2	2.69	91	35.2	41	4.2	4.7	204.6
IPA-110-11	5	2.61	100.5	35.7	36.7	4	4.7	192.8
IPA-T-4-66-11	4.4	2.61	103.6	34.4	40.4	4.7	5.6	186.7
IPA-15-12	4.3	2.7	91	37.7	37.4	4.1	4.7	203
IPA-19-12	4.3	2.64	88.6	36.1	40.6	4.2	4.9	202.5
IPA-43-12	4.2	2.73	79.2	34.9	40.4	4.2	4.9	200.1
IPA - 59 (T)	4.1	2.68	83.7	34.6	38.5	4	4.9	193.3

Nota: Según el Instituto Peruano del algodón (2004) las siglas son: PM: peso de mota, AC. Acude, RT: rendimiento total, LF: longitud de fibra, RST: resistencia, MIC: micronaire, SFI: IH: índice de hilabilidad.

Tabla 5

Resultados de la experimentación avanzada del IPA, campaña 2015-16

VARIEDAD	PM	AC	RT	LF	RST	MIC	SFI	IH
IPA-47-07	3.9	2.57	91.7	35.9	39.5	4.3	4.8	189.5
IPA-32-07	4	2.59	83.3	34.1	40.9	4.2	5	201.7
IPA-153-05	4.2	2.62	73.6	34	40.8	4.2	4.9	196.7
IPA-34-9	4.5	2.64	106	35.2	38.5	4	4.8	199
IPA-E3-35-10	4	2.65	88.3	34	37.1	4.1	5.2	182.9
IPA-E3-61-10	4	2.61	82.8	34.9	38.8	4	4.9	196.9
IPA-59 (T)	4.1	2.65	85.3	35.2	39.9	4.2	4.8	207.3

Nota: Según el Instituto Peruano del algodón (2004) las siglas son: PM: peso de mota, AC. Acude, RT: rendimiento total, LF: longitud de fibra, RST: resistencia, MIC: micronaire, SFI: IH: índice de hilabilidad.

El IPA, muestra en la tabla 6, los resultados de experimentación intermedia de las variedades IPA estudiadas entre la campaña agrícola 2017 a 2018.

Tabla 6

Resultados de experimentación intermedia, Chincha, campaña 2017-18

VARIEDAD	PM	AC	RT	IF	SCI	MIC	MAD	LF	UN	SF	RST	EL	RD	b
IPA -110-11	5.8	2.61	109	9.1	184	4.2	0.91	36.6	85	5	38.3	4.7	78	8.8
IPA -10-12	4.4	2.78	89	6.8	186	4.1	0.9	35.5	84.6	5.2	39.9	4.6	78	8.4
IPA -29-12	4.4	2.7	98.7	6.9	197	4.2	0.91	35.2	86.2	4.9	42.8	4.3	79	8.6
IPA -37-12	4.5	2.71	99.1	7.7	189	4.2	0.91	36.1	84.8	5	41	4.4	79	8.3
PIMA IPA 59	4.4	2.63	99.8	7.6	189	4.3	0.91	35	86.4	4.9	39.6	4.3	78	8.3
IPA-5-11	4.6	2.69	106	8.3	195	4.2	0.91	36.4	85.6	4.8	40.7	4.5	79.7	8.8
IPA-17-11	4.3	2.69	104	7.8	204	4.2	0.91	36.4	86.6	4.9	42.3	4.2	78.8	8.6
IPA-15-12	4.6	2.64	94.5	7.8	178	4.4	0.9	35.1	83.8	4.9	38.7	4.5	80.1	8.2
IPA-43-12	4.3	2.74	102	7.7	189	4.2	0.91	35.6	85.5	5	40.1	5	79	8.3
IPA-4-12	4.4	2.68	97.4	7.9	201	4.2	0.9	35.4	86.1	4.8	42.1	4.4	79.6	8.4
IPA-12-12	4.6	2.58	99.7	8	185	4.4	0.91	34.5	85.6	5.4	39.5	4.5	80	8.6
IPA-39-12	4.3	2.74	92	7.5	187	4.4	0.91	33.8	85.7	5.1	40.3	4.3	78.7	8.5
PIMA IPA 59	4.3	2.66	97.3	7.5	182	4.3	0.91	34	85.2	5.5	40.6	4.1	78	8.7

Nota: Según el Instituto Peruano del algodón (2004) las siglas son: PM: peso de mota, AC. Acude, RT: rendimiento total, IF: índice de fibra, LF: longitud de fibra, RST: resistencia, MIC: micronaire, SFI: IH: índice de hilabilidad.

Pima IPA 59

La variedad Pima IPA 59 (*Gossypium barbadense* L.), tiene como origen genético la hibridación intra especifica entre un progenitor nativo Tangüis "LMG-1-72" y un progenitor introducido de Arizona, USA "Línea Pima-8810" y la selección posterior de líneas con características recombinantes de ambos progenitores: Rusticidad, tolerancia a la sequía, a patógenos y parásitos de la raíz "Tangüis" y alta precocidad, calidad de fibra y mayor determinismo de crecimiento "Línea Pima" (Lazo, 2016).

Las características agronómicas de la variedad Pima IPA 59 con respecto a las variedades tradicionales son: Rusticidad media, planta más pequeña con posibilidad de cosecha mecánica (1.0 a 1.3 m), mayor precocidad (5.5 a 6.5 meses), alto rendimiento (3,680 a 5,980 kilos por ha.), alta calidad de fibra y de hilo (longitud: 35.0 a 37.0 mm, resistencia: 39.0 a 42.0 g/tex, micronaire: 3.8 a 4.2, color: blanco brillante, resistencia hilo: 21.0 a 23.0 rkm) (Lazo, 2016).

Según Arturi (1984) la fibra se origina de células externas del tegumento de la semilla cubriendo la superficie de ésta. Cada fibra es un filamento que proviene del crecimiento de una sola célula, éstas células están compuestas principalmente por celulosa en un 94 % y al adquirir su pleno desarrollo originaran las fibras de utilidad textil. En su crecimiento las fibras alcanzan distintas longitudes siendo la especie *G. barbadense* la que produce fibra de mayor longitud, resistencia y finura.

Reyes (2014) describe las características morfológicas de la especie *G. barbadense* L., de la siguiente manera:

- Arbusto perenne a mata anual de 1 a 3 m de altura, con pocas a muchas ramas vegetativas, fuertes y ascendentes.
- Tallos erectos, angulosos y gruesos.
- Ramas y hojas tiernas desde completamente glabras (desnudas) hasta densamente cubiertas.
- Hojas grandes sin mancha basal, con 3 a 5 lóbulos largos, ahusados, acuminados.
- Ramas fructíferas largas, con muchas articulaciones.

- Flores grandes, generalmente mayores que las bractéolas, con pétalos de color amarillo intenso, generalmente con una mancha basal de color púrpura.
- Columna estaminal larga, anterífera, polen del mismo color de los pétalos.
- Estigmas unidos a la parte superior, si están hendidas cerca de la punta, nunca se extienden.
- Cápsulas grandes generalmente en forma ahusada que termina en una punta aguda, a veces con un escote pronunciado, superficie generalmente áspera, con glándulas oleíferas en el fondo de los hoyuelos. Comúnmente con 3 lóculos, a veces 4, generalmente con 5 a 9 semillas por lóculo.
- Semillas sueltas, cubierta con una abundante y pareja capa de fibras y también podrán tener una capa de vellos (línter) o carecer de ellos.
- Fibra larga a extra larga de 32 a 42 mm, finura entre 3.2 a 4.0 micronaires y resistencia que puede ser superior a los 40 g/tex". (p. 14).

De acuerdo con Arturi (1984) la calidad de fibra está determinada por un conjunto de propiedades físicas como la longitud y su uniformidad, la resistencia y el grosor, los cuales le dan el valor económico y la utilidad textil a cualquier tipo de algodón, siendo la longitud de fibra el indicador de calidad de mayor importancia para definir el valor industrial de un algodón.

2.2.2. Características productivas

2.2.2.1. Principales características relacionadas con la precocidad

Los estudios en precocidad permiten tener variedades con las cuales se puedan contrarrestar factores adversos al cultivo, como son el ataque de plagas y patógenos causantes de enfermedades, periodos de calor excesivo y bajas temperaturas, y mejor aprovechamiento del agua y suelos, afirma (Basurto, 1993).

De igual modo, Basurto (1972) manifiesta que el índice de inserción de ramas vegetativas es un indicador de la precocidad que guarda relación con el número de ramas y con su ubicación sobre el tallo principal.

2.2.2.2. Principales características relacionadas con la morfología

Altura de planta

Hake et al. (1990) mencionan que tanto la forma como el tamaño de la planta de algodón son reguladas por la variedad siendo el tamaño frecuentemente controlado por el ambiente en el cual influye, la temperatura, el tipo de suelo, la humedad, el manejo, la densidad y la

fertilización. Afirman también que la densidad óptima de plantas tiende a ser menor a medida que aumenta la altura de planta a la cosecha, siendo así, que los campos con altas densidades presentan los menores promedios en altura.

Inserción del primer simpodio

Este índice representa el nudo del tallo principal en el cual evoluciona la primera rama frutera y representa la condición a partir de la cual se inicia la fructificación. Por lo tanto, los menores valores para este índice indican una fase reproductiva más temprana o precoz. En los algodones anuales la primera rama fructífera se desarrolla a partir de la tercera a quinta yema extra-axilar del tallo principal y las variaciones que se observan responden en su mayoría a los efectos de densidad y de temperatura principalmente durante las primeras fases del cultivo (Basurto, 1993).

Low, Hasketh y Muramoto (1969), citados por Ortega (1981) explican que el índice de inserción del primer simpodio es un carácter que tiene alta heredabilidad y alta correlación con la cosecha final. Este índice se seleccionó como un criterio para medir la precocidad. Añaden que la precocidad depende de la temperatura durante la primera etapa de crecimiento de la planta.

Número de ramas vegetativas o monopodios

El número de ramas vegetativas varía entre 2 y 5 en condiciones normales según Basurto (1972) y a mayor número de ramas vegetativas se logra un mayor desarrollo vegetativo y se prolonga la floración, por ende, el buen manejo agronómico persigue la formación del menor número posible de ramas vegetativas y el mayor de ramas fruteras.

La temperatura ejerce marcada influencia en el desarrollo de las yemas vegetativas, aún después de que hayan desarrollado las ramas fruteras (Basurto, 1993).

Número de órganos retenidos

El estimado de la proporción de órganos que se logra a la cosecha indica la aptitud o capacidad de la planta para retener las cápsulas. Este porcentaje de retención puede variar según el suelo, manejo del cultivo y las condiciones ambientales no predecibles (Basurto, 1993; Reyes, 1990).

Número de órganos caídos

Según Basurto (1993) un número considerable de órganos reproductivos detienen su crecimiento y caen, esta caída es importante cuando se produce en una proporción mayor a la

considerada normal, afectando los rendimientos. Algunos de los factores que generan esta caída son:

- Desarrollo vegetativo muy acelerado, el cual induce a un desequilibrio de nutrientes utilizados por la planta.
- Períodos prolongados de tiempo nublado.
- Efectos de sombreamiento.
- Alteraciones en el régimen hídrico, excesiva o deficiente humedad en el suelo.
- Fluctuaciones térmicas, considerando temperaturas muy altas y bajas.
- Alteraciones en la disponibilidad de nutrientes, especialmente en Nitrógeno y de anhídrido carbónico.

Se observa que la caída de las formas reproductivas está relacionada con la alteración de los factores que regulan el metabolismo de la planta. Sin embargo, aun cuando exista un eficiente control de los factores externos a la planta, siempre se presenta una cierta pérdida de órganos; pérdida que se atribuye a causas fisiológicas y que se ha denominado "Shedding" o "caída fisiológica" (Basurto, 1993).

Reyes (1990) también menciona que las plantas de algodón aún en condiciones de cultivo ideales, producen muchas más estructuras de las que pueden retener. Esta producción de cápsulas está controlada genéticamente; sin embargo, el producto final o rendimiento está influenciado por varios factores ambientales que alteran el estado fisiológico de la planta .

De la misma manera Hake et al. (1990), afirman que la caída de la cápsula es controlada por el balance de hormonas vegetales como etileno y ácido abscísico que promueven la abscisión. Considerando además la saturación del suelo por humedad, ya que los niveles de oxígeno disminuyen cuando se riega demasiado. Si el contenido de oxígeno en el suelo es bajo, la planta de algodón cierra sus estomas y reduce la fotosíntesis y la transpiración, lo que causa el incremento de la caída de frutos

2.2.2.3. Principales características relacionadas con el rendimiento

Rendimiento de algodón rama

El rendimiento del algodonero expresa el potencial productivo del material genético y el valor final depende de tres componentes: del número de bellotas maduras y cosechadas por unidad de área, del peso individual de las bellotas que depende a su vez del número de semillas por bellota y, del peso de la fibra por semilla (Reyes, 1990; Basurto, 1993).

Peso de mota

Basurto (1980) considera que el peso final que alcanzan las bellotas al momento de la cosecha es el peso de mota. A su expresión contribuyen el número y peso de las semillas, así como el peso de la fibra desarrollada sobre la superficie de las semillas.

Índice de fibra

El índice de fibra refleja el peso de la fibra producida por cien semillas y en consecuencia manifiesta la eficiencia de la superficie de la semilla para producir la fibra. La mayor cantidad de fibra por semilla que se produzca está en función del diámetro y la longitud de la semilla, por lo que el incremento en los valores de índice de fibra permite la optimización de las relaciones fibra-semilla (Basurto, 1972).

2.2.2.4. Principales características relacionadas con la calidad de fibra

El valor económico y la utilidad textil del algodón están determinados por un conjunto de propiedades físicas de la fibra. Así, en la manufactura de hilados interesa primordialmente el valor de la longitud y su uniformidad, la resistencia y la finura.

Longitud de fibra

La longitud de fibra es el indicador de calidad de mayor importancia para definir el valor industrial del algodón, Hake et al. (1990) expresan que está determinada por el factor genético, pero el clima puede influir en la longitud final. La longitud máxima de la fibra se logra durante los primeros 18 a 25 días después de la apertura de la flor .

Según Delgado (1979) las mayores longitudes de fibra implican, que a la vez posean alta resistencia, que sean finas o muy finas. Las fibras finas y de menor diámetro de lumen y menor espesor de la pared celulósica no ven disminuida su fortaleza**.**

Uniformidad de fibra

La uniformidad en la longitud considera la proporción de fibras de longitudes mayores, y las relaciones de estos grupos de fibras con el total de fibras (Basurto, 1993).

Hake et al. (1990) expresan que el índice de uniformidad está determinado por la variedad. Y que para alcanzar altos índices de uniformidad, hay que poner mayor énfasis en la cosecha de las posiciones de la primera y segunda ramas fruteras .

Finura de la fibra

La finura es una característica hereditaria y su expresión final está basada en el diámetro final que alcanza la hebra y su relación con el grosor o espesor de la pared del tubo que constituye la fibra. Durante la formación y acumulación de las distintas capas de celulosa que constituyen las paredes de la fibra la temperatura ejerce una marcada influencia (Instituto Peruano del Algodón [IPA], 1998).

Así mismo Basurto (1993) afirma que al ser la finura de fibra una característica hereditaria, esta correlacionada negativamente con la resistencia y ésta tiene mayor variabilidad; la medición de la finura se realiza mediante el índice micronaire.

Rolando (2019) ha determinado que las fibras que logren mayor madurez (mayor a 0.9) y peso lineal deberán presentar un menor diámetro y un adecuado desarrollo de la pared secundaria, cualidades que están asociadas a un mejor potencial hilandero de la fibra.

Micronaire

Según Arturi (1984) el micronaire es una estimación aproximada de la densidad de la fibra, expresada en microgramos por pulgada de largo. La medición se realiza en el micronaire que es un aparato en el que circula una corriente de aire a través de un tapón de fibra de peso constante.

2.3. Marco conceptual

Arancel NMF (Nación Más Favorecida): Arancel normal no discriminatorio aplicado a las importaciones (excluye los aranceles preferenciales previstos en acuerdos de libre comercio y otros regímenes o aranceles aplicables en el marco de los contingentes).

Botón floral: Estadio de la flor cuando aún quedan escondidos los sistemas reproductivos bajo los pétalos.

Calidad: Conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie.

Dehiscencia: Sistema de abertura natural del pericarpio de ciertos frutos o de las anteras de un estambre, para dar salida a la semilla o al polen.

Experimentación: Método científico de investigación, fundado en la determinación voluntaria de fenómenos controlados.

Fibra: Célula epidérmica alargada. Las fibras que cubren la superficie de la semilla se originan de células externas del ovulo luego de la fecundación. Cada fibra es un pelo de la semilla, que proviene del crecimiento de una sola célula.

Fenología: estudio o ciencia de los fenómenos periódicos de los seres vivos relacionados con la marcha anual de los elementos meteorológicos.

Índice de Uniformidad: Se define como la relación entre la longitud media de todas las fibras y la longitud media superior. La uniformidad afecta la resistencia y la eficiencia del hilado. Algodones con baja uniformidad son más difíciles de procesar y resultan en hilados de menor calidad.

Línea: Serie de grados de parentesco entre individuos; ascendencia y descendencia de un individuo.

Longitud: Se refiere a la media de la mitad más larga de fibras. Del diagrama de fibras, se toma la mitad que contiene a las fibras más largas y se efectúa un promedio. Este promedio es lo que se conoce como la longitud media de la mitad superior. La longitud es un atributo crítico de calidad porque afecta la resistencia del hilado, la uniformidad y la eficiencia del proceso del hilado. La elongación es muy importante porque permite mayores velocidades en el proceso.

Micronaire: Medida de la finura de la fibra. El micronaire es la propiedad de la fibra más influenciada por las condiciones ambientales durante el crecimiento.

Monopodio: aquella ramificación que se compone de un eje principal en cuya zona apical perdura el crecimiento vegetativo y a cuyos lados crecen ramas secundarias.

Morfología: estudio de la estructura y forma de las plantas, e incluye la Citología y la Histología.

Rendimiento: Número de plantas que pueden crecer en un área determinada y la producción individual de ellas.

Resistencia/Tenacidad: Es la fuerza en gramos requerida para romper un haz de fibras de una unidad tex. Una unidad tex es el peso en gramos de 1000 metros de fibras. Se usa también el término de tenacidad, que es la máxima resistencia por área de la sección transversal al momento de la rotura.

Simpodio: Sistema de ramificación en el que el eje principal está integrado por ramas secundarias sucesivas, cada una de las cuales representa la rama dominante de una bifurcación.

Variedad: Grupo de plantas cultivadas dentro de una especie que se distingue de otro grupo (variante) por uno o varios caracteres (que puede ser morfológico, fisiológico, bioquímico u otro) y que cuando se reproduce mantiene esta característica que lo distingue.

Capítulo III

Materiales y métodos

3.1. Variables a evaluar

3.1.1. Variable independiente.

Líneas de algodón IPA de fibra extra larga

Las lineas de algodón son producto del mejoramiento genético mediante hibridación que ha realizado el Instituto Peruano del Algodon.

Las líneas utilizadas en el experimento fueron:

T1: IPA 47-07

T2: IPA E3- 61- 10

T3: IPA 32 -07

T4: IPA 34 -09

T5: PIMA IPA 59 (testigo)

3.1.2. Variables dependientes.

El Instituto Peruano del Algodón cuenta con una serie de parámetros para las evaluaciones morfofisiológicas y biométricas de la planta de algodón (IPA, 1998).

3.1.2.1. Comportamiento fenológico

En el ciclo vegetativo del algodón pueden reconocerse una serie de etapas que marcan la evolución de la planta hacia la madurez y están determinadas por características agronómicas de precocidad, los mismos que comprendieron:

- Ciclo al inicio del botonaje (CIB): En días desde la siembra hasta la presencia de 50 % de plantas con el primer botón desarrollado.
- Ciclo al inicio de la floración (CIF): En días desde la siembra hasta la presencia de 50 % de plantas con la primera flor.
- Ciclo al inicio de la Dehiscencia (CID): En días, desde la siembra hasta la presencia de un 50 % de plantas con una cápsula dehiscente.
- Ciclo vegetativo (CV): En días, desde la siembra hasta el 100 % de dehiscencia de cápsulas.

3.1.2.2. Características morfológicas

Es la forma como la planta tiene un adecuado equilibrio entre el crecimiento vegetativo y reproductivo, los mismos que fueron evaluados a los 180 días después de la siembra y estuvieron determinados por:

- Altura de planta (AP): En cm medida desde la base del tallo hasta el brote terminal (yema con la hoja desplegada del tamaño de una moneda de sol).
- Inserción del primer simpodio (PN): Número del nudo sobre el cual se inserta la primera rama frutera, evaluado sobre los cotiledones.
- Número de nudos en el tallo (NN): desde el primer nudo ubicado sobre los cotiledones hasta el último nudo con una hoja desplegada de 2 cm.
- Número de monopodios (RV): Número de ramas vegetativas desarrolladas sobre algunos nudos vegetativos.
- Número de órganos caídos (OC) en las 2 primeras posiciones de las ramas vegetativas y fruteras.

3.1.2.3. Potencial de rendimiento

Es la cantidad de producto que puede alcanzar la planta por unidad de superficie se expresa usualmente en kilos de fibra por ha**,** lo que fue evaluado a 210 días después de la siembra mediante los siguientes indicadores:

- Rendimiento total (RT): Kilos de algodón rama de cada parcela experimental.
- Peso de mota (PM): Peso en g correspondiente al valor promedio de una muestra de 100 motas tomadas al azar en cada parcela.
- Acude (AC: 100/FIB), corresponde al número de unidades de algodón rama necesarias para obtener una unidad de algodón fibra.
- Índice de fibra (IF): Peso en g de la fibra de una muestra de 100 semillas tomadas al azar.
- Índice de semilla (IS): Peso en g de la muestra de 100 semillas tomadas al azar.

3.1.2.4. Calidad de fibra

El valor económico y la utilidad textil de cualquier tipo de algodón están determinados por un conjunto de propiedades físicas de la fibra, como el valor de la longitud, su uniformidad, resistencia, reflexión, etc. los cuales comprenden las características agronómicas de calidad de fibra, las que fueron analizadas en laboratorio HVI y AFIS (Análisis computarizado), tomando una muestra de 40 g de mota y se evaluaron los siguientes indicadores:

- Longitud de fibra 2.5 SL y 50.0 %, (LF): En mm, correspondiente a la longitud, evaluada en fibrógrafo digital del 2.5 SL y 50.0 % de las fibras más largas.
- Uniformidad de la fibra (UN): Porcentaje correspondiente a la relación entre la longitud 50.0 % y la longitud 2.5 SL.
- Finura (MIC): Evaluada en micronaires, unidad que corresponde al peso de la fibra en microgramos por pulgada.
- Reflexión (RD): En %, expresa la brillantez de la fibra.
- Grado +b (B): Expresa la intensidad de amarillamiento de la fibra.

3.2. Tipo de investigación

Corresponde al tipo de investigación básico porque está orientado a enriquecer el conocimiento científico, de acuerdo al enfoque es cuantitativa porque las variables se midieron en unidades de medida en el sistema internacional de medida, de acuerdo al tiempo fue transversal debido a que las observaciones de las variables se realizaron una sola vez en la campaña agrícola 2019 – 2020.

En cuanto al nivel de investigación, es experimental puro porque se manipuló la variable independiente “líneas de algodón de fibra extra larga”.

El diseño de investigación utilizado fue de post prueba y grupo control de acuerdo con el siguiente esquema:

RUE1	X	O1
RUE2	X	O2
RUE3	X	O3
RUE4	X	O4
RUE5	-	O5

Donde:

R: Asignación aleatoria de los tratamientos a las unidades experimentales

UEi: Unidad experimental i; donde i = 1, 2, 3, … , 25

X: Tratamiento o estímulo

Oi: Observación a las variables de respuesta i; donde i = 1, 2, 3,…., 5

(-): Ausencia de tratamiento

El diseño experimental utilizado fue Cuadrado Latino, con 4 líneas de algodón IPA y un testigo (Pima IPA 59), es decir 5 tratamientos y 5 repeticiones, dando un total de 25 unidades experimentales.

Se usa este diseño porque tiene mayor precisión que los diseños DCR y DBCR al disminuir los efectos de fuentes de variabilidad de las unidades experimentales en los promedios de tratamientos y en el error experimental, cuando se trabaja con pocas variables o tratamientos, y como los bloques y las columnas se refieren algunas veces a variaciones definidas de un criterio de clasificación, entonces ellos pueden ser considerados como tratamientos (Calzada, 1981).

Para un menor número de variedades, el cuadrado latino es el mejor diseño, porque controla mejor la variación de las características; las fuentes de variación fueron filas, columnas y tratamientos.

El modelo aditivo lineal del diseño experimental es:

$Y_{ij(k)} = \mu + F_i + C_j + \tau_{(k)} + error_{ij(k)}$ $\quad i,j,k = 1,2,\ldots,n$

Donde:

μ = efecto medio (parámetro del modelo)

Fi = efecto de la fila i

Cj = efecto de la columna j

τ(k) = efecto del tratamiento k

error ij(k)= error experimental de la u. e. i,j

Yij(k) = Observación de la unidad experimental

El subíndice (k) indica que tratamiento k fue aplicado en la unidad experimental.

Para el procesamiento de la información los datos se organizaron en el arreglo común de acuerdo a la tabla 7.

Tabla 7

Arreglo común de datos según tratamientos y factores en un diseño cuadrado latino

Fila Cortina de plantas (sombreamiento)	Columna Canal de riego				
	I	ii	iii	iv	v
I	A_{11k}	B_{21k}	C_{31k}	D_{41k}	E_{51k}
II	A_{12k}	B_{22k}	C_{32k}	D_{42k}	E_{52k}
III	A_{13k}	B_{23k}	C_{33k}	D_{43k}	E_{53k}
IV	A_{14k}	B_{24k}	C_{34k}	D_{44k}	E_{54k}
V	A_{15k}	B_{25k}	C_{35k}	D_{45k}	E_{55k}
	$A_{1.k}$	$B_{2.k}$	$C_{3.k}$	$D_{4.k}$	$E_{5.k}$

Donde:

I_i: Corresponde a la fila donde el factor de variación es el sombreamiento por la presencia de plantas.

A_{ijk}: Observación de la variable de respuesta correspondiente al tratamiento A en la i esima fila y en la j esima columna y la k esima repetición.

i_i: Corresponde a las columnas donde el factor de variación es la presencia de canal de riego.

Para la prueba de hipótesis se utilizó la tabla de análisis de varianza que permitió conocer la descomposición de la suma de cuadrados, los cuadrados medios, los grados de libertad para cada uno de los factores o tratamientos, se planteó con el propósito de probar la hipótesis si existen diferencias atribuibles a los tratamientos en estudio.

El análisis de varianza para el diseño de cuadrado latino tiene factores de variación para las filas, las columnas, letra latina (tratamientos), residual (error) y el total los cuales se descomponen como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8

Análisis de varianza para un diseño cuadrado latino

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F_{exp}
E. fila	$k\sum_i^k(yi..-y\ ...)^2$	K – 1	$\widehat{S_F^2}$	$\widehat{S_F^2}/\widehat{S_R^2}$
E. columna	$k\sum_j^k(y.j.-y\ ...)^2$	K – 1	$\widehat{S_C^2}$	$\widehat{S_C^2}/\widehat{S_R^2}$
E. letra lat.	$k\sum_{h=1}^k(y..h-y\ ...)^2$	K – 1	$\widehat{S_L^2}$	$\widehat{S_L^2}/\widehat{S_R^2}$
Residual	SCT - SCF SCC - SCL	(K – 1) (K – 2)	$\widehat{S_R^2}$	
TOTAL	$\sum_i^k\ \sum_j^k(yij(.)-y\ ...)^2$	$K^2 – 1$	$\widehat{S_T^2}$	

3.3. Población

Estuvo representada por 1250 plantas de algodón, distribuidas en una parcela experimental con diseño cuadrado latino.

Características del campo experimental:

- Diseño estadístico : Cuadrado latino
- Número de filas : 5

- Número de columnas : 5
- Número de tratamientos : 5
- Número de repeticiones : 5
- Número de surcos por parcela : 4, de 1 m de separación
- Largo de parcela elemental : 5.00 m
- Ancho de parcela elemental : 4.00 m
- Distancia entre mata : 0.40 m
- Distancia entre surco : 1.00 m
- Densidad de siembra : 1.00 x 0.40 m (50,000 plantas/ha.)
- Plantas por mata : 2
- Área de parcela elemental : 4.00 x 5.00 m = 20.00 m^2.
- Área total del campo experimental : 540.00 m^2.
- Separación entre parcelas elementales : 1.00 m

Distribución de tratamientos.

La distribución de los tratamientos en las unidades experimentales fue realizada aleatoriamente, para lo cual, previamente se obtuvieron los números aleatorios utilizando la tabla de números aleatorios generados a partir del Sotfware Excel 2010 cuyos valores se muestran en la tabla 9.

Tabla 9

Número aleatorio de la tabla de números aleatorios

0.000	0.125	0.042	0.167	0.083
0.167	0.083	0.000	0.125	0.042
0.125	0.042	0.167	0.083	0.000
0.083	0.000	0.125	0.042	0.167
0.042	0.167	0.083	0.000	0.125

Luego utilizando la ecuación X = U (n-1) +1 y reemplazando valores en U según los númeto aleatorios y “n” (25 unidades experimentales) se obtuvo la aleatorización de las unidades experimentales (X).

Los resultados de la aleatorización se muestran en la figura 1.

La simbologia de la ecuación es el siguiente:

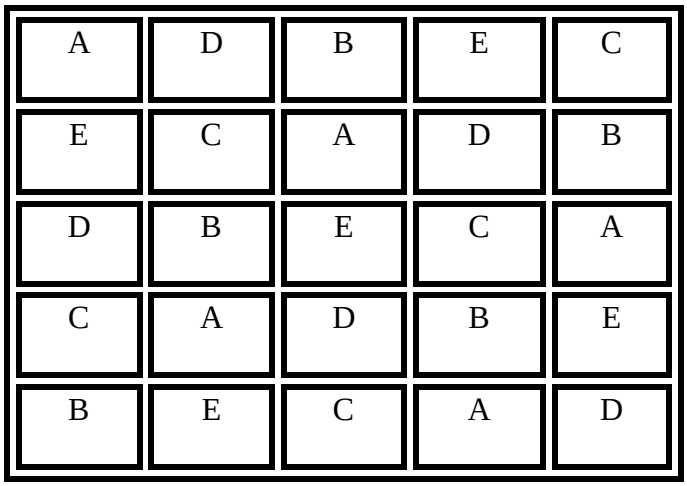
X: Unidad experimental

n: número de unidades experimentales = 25

U: número aleatorio

Figura 1

Croquis del ensayo y clave de las líneas IPA



Nota: Disposición de los tratamientos en las unidades experimentales

Los tratamientos, fueron asignados a las unidades experimentales de 4.00 m de ancho x 5.00 m de largo, con un área de 20.00 m^2. En total se utilizaron 25 unidades experimentales (parcelas) haciendo un área sembrada total de 540 m^2.

Tabla 10

Clave de tratamientos según línea IPA de algodón

LINEAS IPA	CLAVE	TIPO DE FIBRA	ESPECIE
IPA 47 07	A	EXTRA LARGA	*G. barbadense* L
IPA E3 61 10	B	EXTRA LARGA	*G. barbadense* L
IPA 32 07	C	EXTRA LARGA	*G. barbadense* L
IPA 34 O9	D	EXTRA LARGA	*G. barbadense* L
PIMA IPA 59 (TESTIGO)	E	EXTRA LARGA	*G. barbadense* L

Nota: Las líneas fueron proporcionadas por el Instituto Peruano del Algodón.

3.4. Muestra seleccionada

La muestra es parte de la población, se determina tomando en consideración la formula cuando se conoce el tamaño de la población, maximizando el error tipo I y el error tipo II con

el valor de 0.5, error de 0.05 y una probabilidad de 95%, cuyo valor z = 1.96, la expresión que determina el tamaño de la muestra es:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

n =?

N = 1250

Z = 1.96

p = 0.5

q = 0.5

d = 0.05

Reemplazando:

$$n = \frac{1250(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(0.05)^2(12250 - 1) + (1.96^2)(0.5)(0.5)} = \frac{1200.5}{4.08}$$

n = 295 plantas

Siendo la muestra un total de 295 plantas, correspondiendo a cada unidad experimental a evaluar 12 plantas por cada tratamiento.

3.5. Plan de conducción del experimento

Se implementó un sistema de control del terreno donde se desarrolló la tesis, como suelo, riego, cultivo, fertilización, tratamiento fitosanitario, etc., en todas las etapas del crecimiento, desarrollo de la planta y cosecha (IPA, 1998).

La conducción agronómica del cultivo fue uniforme e igual para todas las líneas evaluadas, siguiendo las técnicas usuales de un cultivo comercial, en la región de costa central (IPA, 1998).

3.5.1. Preparación del terreno

Labores preliminares, se realizó esta labor con el fin de destruir e incorporar residuos y malezas del cultivo anterior, romper capas compactadas y nivelar la superficie del terreno, realizando una aradura y gradeo en seco con grada de discos y rastra de un tubo de metal de 6” de Ø y 3.0 m de largo que permite desterronar y mullir el suelo.

Riego machaco, para esta labor se realizó el surcado del terreno cada 50 a 60 cm de ancho y cortaderas cortas de 50.0 a 70.0 m, para lograr una alta uniformidad de

humedecimiento del terreno. El consumo de agua estuvo entre 1,500 a 2,000 m^3/ ha, utilizado en 8 horas de tendida.

Aradura y gradeo, la aradura se realizó en húmedo con arado de discos a 30 a 40 cm de profundidad y gradeo o rastra cruzada con la finalidad de desterronar y mullir el suelo, utilizando también un tubo de metal de 6" de Ø y 3 m de largo.

3.5.2. Siembra

Diseño de siembra, luego del surcado, se marcó en el campo el tipo de diseño experimental que fue el cuadrado latino, con estacas y cal, considerando los tratamientos y repeticiones, se distribuyó en campo las semillas, previamente preparadas, embolsadas y sorteadas.

La siembra, se hizo con la humedad del riego machaco y en capacidad de campo, a máquina con sembradora mecánica y en línea continua, con distanciamiento entre surcos de 1.0 m y 0.40 cm entre "golpe" o matas, a una profundidad de 0.3 a 0.4 cm y dejando 3 a 4 semillas por "golpe".

3.5.3. Labores culturales

Riegos, el requerimiento o cantidad de agua, el número de riegos, el momento de riego, depende de la textura del suelo, del estado de desarrollo del cultivar y de la evapotranspiración, por tanto, el riego fue por gravedad en forma periódica, oportuna y en forma ligera, de acuerdo a las características mencionadas. En el cultivo de algodón, el mayor requerimiento de provisión de humedad fue en el periodo vegetativo de floración, formación y maduración de bellotas, por lo que se tuvo en cuenta estos periodos para el riego oportuno con agua suficiente para evitar o disminuir la caída de órganos florales y garantizar el desarrollo normal de bellotas.

Desahije o entresaque, esta labor se hizo a mano cuando las plántulas tenían 3 a 4 hojas verdaderas, descartando las plantas poco vigorosas, aquellas con daño por ataque de plagas o enfermedades, y plantas fuera del tipo. Para esta labor el suelo estuvo suave para no dañar las raíces, dejando dos plantas por "golpe".

Control de malezas, considerando que las malezas compiten con las plantas de algodón en nutrientes, agua, luz y espacio se realizó deshierbos lo antes posible, con cultivadora y repiques a lampa, fundamentalmente en periodos críticos como entre los 20 a 50 días después de la siembra y/o lo más temprano posible.

Cultivos, esta labor se realizó en dos periodos con el fin de aflojar el suelo, romper la capilaridad del terreno (aireación), facilitar la penetración del agua, uso de los nutrientes por parte de la planta y destrucción de malezas especialmente tiernas. El primer cultivo se realizó a los 45 días y el segundo a los 78 días después de la siembra.

Fertilización, para esta labor se realizó previamente el análisis de suelo-caracterización, en el laboratorio del Instituto Rural Valle Grande de Cañete. El campo experimental denominado "Lote cercado grande" ubicado en Chincha baja, es un campo que continuamente usa el Instituto Peruano del Algodón (IPA) para sus trabajos experimentales, por tanto son conocidas las características del suelo y su valor nutritivo. La dosis de fertilización recomendada fue de 200 – 100 – 130 unidades de Urea ($CO(NH_2)_2$), Fosfato di amónico ($(NH_4)_2HPO_4$) y sulfato de potasio (K_2SO_4) respectivamente, acorde con la experiencia local del IPA. La aplicación se realizó en dos oportunidades.

También se realizaron aplicaciones foliares con Fetrilon Combi a dosis de 350 g/cil, emamectin benzoate 100 g/cil, acido húmico 500 ml/cil y 1/2 galón de melaza, en una primera oportunidad y en otra oportunidad se aplicó abono foliar a base de fosforo y citoquininas (triggrr foliar) 350 cc/cil más cloruro de mepiquat 200 cc/cil, según las recomendaciones del IPA.

Aporque, además de mejorar el sostenimiento de la planta y cubrir los fertilizantes aplicados a mano, permite un mejor desarrollo radicular y aprovechamiento de los nutrientes, elimina malezas y mejora la aireación. Esta labor se realizó a los 78 días después de la siembra, con máquina.

Aplicaciones fitosanitarias, se realizó de acuerdo al concepto de manejo integrado con medidas usadas para mantener el equilibrio biológico existente y el uso racional de pesticidas fitosanitarios, para no alterar el medio ambiente y la calidad de los productos. Como consecuencia del monitoreo y evaluaciones periódicas se detectaron plagas y se realizaron las aplicaciones siguientes:

Cuando se encontró 7% de posturas de *Heliothis virescens*, se liberaron las avispas *Trichogramma* spp.

Cuando se detectó 5% de daño en bellotas por *Pectinophora gossypiella Saunders* se aplicó Alpha cypermethrin a dosis de 300 cc/cil mas imidacloprid 100 cc/cil., luego se realizó una segunda aplicación a los 14 días con cipermetrina 300cc/cil mas melaza e imidacloprid 100 cc/cil. En todo el periodo vegetativo se realizaron 6 aplicaciones contra esta plaga.

Conjuntamente con algunas aplicaciones fitosanitarias también se aplicó abono foliar de acuerdo a las recomendaciones del IPA.

3.5.4. Resumen de datos meteorológicos registrados durante los meses en que se realizó el experimento.

La temperatura es el factor climático que tiene mayor influencia en las diferentes fases fenológicas de la planta de algodón. Según Távara (2011) la temperatura óptima para la germinación es de 18°C a 20°C y la temperatura óptima para el crecimiento es a partir de los 24°C; asimismo el Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI, 2019) menciona que para la floración se necesita una temperatura media de los 20°C a 30 °C, al ser el algodón una planta típica de las zonas cálidas, su desarrollo es sensible a la temperatura; las noches frías y las temperaturas diurnas bajas afectan el crecimiento vegetativo (pocas ramas fructíferas).

En la Tabla 11 y la Figura 2 se puede apreciar la evolución de la temperatura durante el periodo comprendido entre los meses de setiembre y mayo, tiempo en el que se realizó el experimento. Como se aprecia la temperatura alta fluctúa entre los 22°C y 29°C alcanzando su pico más alto en el mes de Marzo; la temperatura baja oscila entre los 11°C y 22°C, registrándose las temperaturas más altas los meses de enero y marzo; en general el promedio fue entre 16 °C y 22°C.

Tabla 11

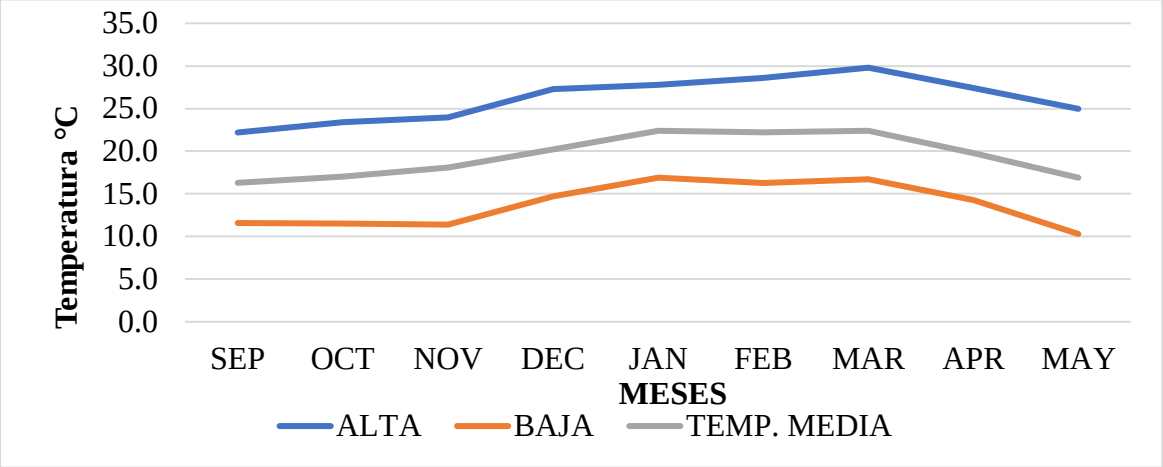
Registros mensuales de temperaturas altas, temperaturas bajas y temperaturas medias 2019 - 2020. Datos obtenidos de la estación meteorológica del Instituto Peruano del Algodón, ubicado en las instalaciones del INIA de Chincha Baja.

	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY
ALTA	22.2	23.4	24	27.3	27.8	28.6	29.8	27.4	25.0
BAJA	11.6	11.5	11.4	14.7	16.9	16.3	16.7	14.3	10.3
MEDIA	16.3	17.0	18.1	20.2	22.4	22.2	22.4	19.8	16.9

Estación meteorológica del Instituto Peruano del Algodón - Chincha Baja

Figura 2

Gráfico de líneas, evolución de la temperatura de setiembre a mayo.



3.6. Procesamiento y análisis de datos

Se realizó el análisis de cumplimiento de las condiciones básicas para el análisis estadístico mediante la prueba de homogeneidad de varianzas y normalidad.

3.6.1. Homogeneidad de varianzas

Se analizó la homogeneidad de varianzas (Homocedasticidad) para demostrar que las diversas poblaciones generadas por la aplicación de dos o más tratamientos tienen variancias homogéneas (variancia común).

El test de Bartlett es una de las pruebas que más se utilizan para la detección de esta grave transgresión de los supuestos del ANOVA (Fernández et al., 2010).

Tabla 12

Prueba de homogeneidad de varianzas de los indicadores de precocidad, morfología, calidad y rendimiento del algodón, en Chincha

Variable	Siglas	P valor	Bartlett	Prueba de hipótesis
Ciclo de inicio de botonaje	CIB	0.169	6.43	Varianzas homogéneas
Ciclo de inicio de floración	CIF	0.088	8.11	Varianzas homogéneas
Ciclo de inicio de dehiscencia	CID	0.61	2.7	Varianzas homogéneas
Ciclo vegetativo	CV	0.794	1.68	Varianzas homogéneas
Altura de planta	AP	0.255	5.33	Varianzas homogéneas
Inserción del primer simpodio	PN	0.95	0.71	Varianzas homogéneas

Número de nudos en el tallo	NN	0.055	9.24	Varianzas homogéneas
Número de monopodios	RV	0.668	2.37	Varianzas homogéneas
Número de órganos caídos	OC	0.196	6.04	Varianzas homogéneas
Rendimiento total	RT	0.627	2.6	Varianzas homogéneas
Peso de mota	PM	0.784	1.74	Varianzas homogéneas
Acude	AC	0.834	1.46	Varianzas homogéneas
Índice de fibra	IF	0.848	1.38	Varianzas homogéneas
Índice de semilla	IS	0.056	9.23	Varianzas homogéneas
Longitud de fibra	LF	0.831	1.48	Varianzas homogéneas
Uniformidad de fibra	UN	0.504	0.33	Varianzas homogéneas
Finura	MIC	0.566	2.95	Varianzas homogéneas
Reflexión	RD	0.724	2.06	Varianzas homogéneas
Grado	B	0.233	5.58	Varianzas homogéneas

Nota: Si el (P valor) es mayor que 0.01, entonces las varianzas son homogéneas

Según la tabla 12 el nivel de significancia es mayor que 0.01 (P valor > 0.01) en todas las variables analizadas lo que indica que las variancias son homogenéas cumpliendo el supuesto de homogeneidad de varianzas.

3.6.2. Normalidad de datos

El concepto de normalidad es cuando los valores resultado del experimento provienen de una distribución de probabilidad "Normal" con media μ igual a cero (0) y variancia σ^2, igual a uno (1).

La prueba de normalidad se realizó con el estadístico de Shapiro - Wilk que determina si un conjunto de datos sigue o no, una distribución normal.

Para la prueba, se planteó las siguientes hipótesis:

H_0: Los datos se distribuyen normalmente.

H_A: Los datos no se distribuyen normalmente.

La hipótesis nula de una prueba de normalidad es que no hay una desviación significativa de la normalidad. Cuando el valor - p es superior a 0.05, no se rechaza la hipótesis

nula y, por lo tanto, se cumple el suspuesto de la normalidad del conjunto de datos, los resultados del análisis se muestra en la tabla 12, donde los valores de la significancia para todas las variables en estudio a excepción del peso de mota fueron mayores a 0.05, es decir que el conjunto de datos cumplen los supuestos de normalidad.

En el caso de la variable peso de mota, los datos son cuantitativos contínuos por tanto, dichos datos, tienen una distribución normal contínua que se asemeja a la distribución normal estandar, por lo que la prueba de hipótesis se examinará mediante el análisis de variancia.

Tabla 13

Test Shapiro - Wilk para normalidad de todas las variables

Variable	Indicador	P valor	Ryan-Joiner (Shapiro -Wilk)	Distribución
Ciclo de inicio de botonaje	CIB	> 0.100	0.993	Normal
Ciclo de inicio de floración	CIF	> 0.100	0.967	Normal
Ciclo de inicio de dehiscencia	CID	> 0.100	0.993	Normal
Ciclo vegetativo	CV	> 0.100	0.976	Normal
Altura de planta	AP	> 0.100	0.975	Normal
Inserción del primer simpodio	PN	> 0.100	0.994	Normal
Número de nudos en el tallo	NN	> 0.100	0.98	Normal
Número de monopodios	RV	> 0.100	0.981	Normal
Número de órganos caídos	OC	> 0.100	0.982	Normal
Rendimiento total	RT	> 0.100	0.98	Normal
Peso de mota	PM	< 0.010	0.922	Distribución continua
Acude	AC	> 0.100	0.978	Normal
Índice de fibra	IF	> 0.100	0.991	Normal
Índice de semilla	IS	> 0.100	0.976	Normal
Longitud de fibra	LF	> 0.100	0.966	Normal
Uniformidad de fibra	UN	> 0.100	0.986	Normal
Finura	MIC	> 0.100	0.986	Normal
Reflexión	RD	> 0.100	0.978	Normal
Grado	B	> 0.100	0.973	Normal

Nota: Si el (P valor) es mayor que 0.01, entonces la muestra es normal.

Para abordar los objetivos de investigación se acudió a los estadísticos de medidas de tendencia central: promedio, moda, intervalos de confianza para un nivel de probabilidad de 95% y error de 5%, por otro lado, también se utilizó las medidas de dispersión: desviación estándar, rango, valor mínimo y valor máximo, los resultados son presentados en tablas de frecuencia y gráficos de histogramas de frecuencias, para el procesamiento de datos se utilizó el Software SAS.

Para la prueba de hipótesis, se utilizó el estadístico de F de Fisher de la tabla ANOVA, para un 95 % de probabilidades, para aquellas variables que muestran diferencias significativas se realizó una prueba post hot mediante las pruebas de Duncan a un nivel de confianza de 95% de probabilidades.

3.6.3. Pruebas de comparación múltiple de promedios

Se realizó mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan que consiste en realizar comparaciones múltiples de medias; y será realizada después que la prueba F haya resultado significativa, a fin de evitar contradicciones entre ambas pruebas (Soto, 2019).

Finalmente, la redacción fue mediante el procesador de texto Word 2010 y Excel 2010 siguiendo las normas APA 7ª Edición, el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Cañete y la Guía para la presentación de proyectos e informes de investigación de la Escuela Profesional de Agronomía.

Capítulo IV

Resultados y discusión

4.1. Resultados

4.1.1. Comportamiento fenológico

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la evaluación del comportamiento fenológico, donde el ciclo vegetativo del algodón esta determinado por el ciclo al inicio de botonaje, ciclo al inicio de la floración, ciclo al inicio de la dehiscencia y ciclo vegetativo.

4.1.1.1. Ciclo al inicio de botonaje

La regla de decisión nos indica que entre las filas al menos una de ellas es diferente por tener un valor de probabilidad (Pr >F) menor a 0.05 (0.0013); este resultado puede haber sido influenciado por la presencia de sombreamiento ocasionado por la cortina de plantas de algodón en el experimento. Según la tabla 14, todas las columnas y tratamientos son iguales, ya que sus valores de probabilidad son superiores a 0.05 (0.4680 y 0.947 respectivamente). De lo que se concluye que los diferentes tratamientos (IPA 4707, IPA E36110, IPA 3207, IPA 3409, PIMA IPA 59) no presentan diferencias significativas.

Tabla 14

Análisis de varianza para ciclo al inicio de botonaje

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	25.04	6.26	9.03	0.0013	3.259
Columna	4	2.64	0.66	0.95	0.4680	3.259
Tratamiento	4	7.40	1.76	2.54	0.0947	3.259
Residual	12	8.32				
Total	24	43.04				

Nota: n= 25, Media = 47.28, CV = 1.761139

Por otra parte, el coeficiente de variabilidad es de 1.761139 %, lo que da un alto grado de confiabilidad de los datos, ya que los promedios de los tratamientos según la tabla 14, están más cercanos a la media general (47.28 días) y se parecen más entre sí.

En la Tabla 15 se observa que el tratamiento con la media más alta es la línea IPA 4707 (A) con promedio de ciclo de inicio de botonaje de 48 días; siendo igual a los tratamientos C (Línea IPA 3207) con 47.60 días, B (Línea IPA E3 6110) con 47.20 días y D (Línea IPA 3409) con 47.20 días, y superiores al testigo E (Línea PIMA IPA 59) que registra un promedio de ciclo de inicio de botonaje de 46.40 días.

Asímismo, se observa que el tratamiento E (Línea PIMA IPA 59) alcanza mayor precocidad al inicio de botonaje en comparación con el tratamiento A (IPA 4707) que sería el más tardío.

Tabla 15

Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para ciclo al inicio de botonaje

Tratamiento	Línea	Media	Agrupamiento
A	IPA 4707	48.00	A
C	IPA 3207	47.60	BA
B	IPA E3 6110	47.20	BA
D	IPA 3409	47.20	BA
E	PIMA IPA 59	46.40	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.1.1.2. Ciclo al inicio de floración

Para probar la hipótesis que existe diferencias significativas entre el inicio de la floración de las líneas IPA estudiadas se realizó el análisis de varianza cuyos resultados a un nivel de confianza de 95% se muestran en la tabla 16.

La prueba F de la tabla 16 nos indica que, si hay diferencia significativa entre las filas, ya que el estadístico F calculada (3.84) es mayor que el estadístico F tabulada (3.259); sin embargo, las columnas con (F calculada 0.28) menor que la F tabulada (3.259) no presentan diferencias significativas. Los tratamientos si presentan diferencias significativas al tener el valaor F calculada de 5.53 mayor al valor F tabulada de 3.259.

Mediante la regla de decisión se observa que entre las filas al menos una de ellas es diferente por tener un valor de probabilidad (Pr >F) = (0.031) menor a 0.05; en tanto que todas las columnas son iguales, ya que su valor de probabilidad (0.8845) es superior a 0.05; entre los tratamientos también al menos uno es diferente ya que su valor de probabilidad (0.0092) fue

menor a 0.05; el coeficiente de variabilidad es de 1.189857 %, lo que da un alto grado de confiabilidad de los datos, los cuales están más cercanos a la media (86.8) y se parecen más entre sí.

Tabla 16

Análisis de varianza para ciclo al inicio de floración

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	16.40	4.10	3.84	0.0310	3.259
Columna	4	1.20	0.30	0.28	0.8845	3.259
Tratamientos	4	23.60	5.90	5.53	0.0092	3.259
Residual	12	12.80	1.066			
Total	24					

Nota: n= 25, Media = 86.8, CV = 1.189857

Como se observa en la Tabla 17 los tratamientos que no tienen diferencia significativa son las líneas IPA 4707, IPA 3409, IPA 3207, IPA E3 6110, de los cuales los que presentan promedios estadísticos iguales son las líneas IPA 4707 (87.60) e IPA 3409 (87.60), siendo estos promedios estadísticos similares a la línea IPA 3207 (87.20) y la línea IPA E3 6110 (86.60); los que son significativamente diferentes al tratamiento E (Línea PIMA IPA 59) que tiene un promedio de 85 días desde la siembra hasta el inicio de floración.

Tabla 17

Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para ciclo al inicio de floración

Tratamiento	Línea	Media	Agrupamiento
A	IPA 4707	87.60	A
D	IPA 3409	87.60	A
C	IPA 3207	87.20	A
B	IPA E3 6110	86.60	A
E	PIMA IPA 59	85.00	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Alfa = 0.05, GLE = 12 y CME = 1.066667

4.1.1.3. Ciclo al inicio de dehiscencia

Para encontrar diferencias significativas entre tratamientos respecto al ciclo al inicio de la dehiscencia se realizó el análisis de varianza con 95% de confianza los resultados se muestran en la tabla 18.

Según el análisis de la tabla 18, la prueba F nos indica que hay diferencia significativa entre las filas, ya que la F calculada (4.84) es mayor que la F tabulada (3.259), las columnas (F calculada 0.97) no presentan diferencias significativas, y los tratamientos (F calculada 2.54) si presentan diferencias significativas.

La regla de decisión permite observar que entre las filas al menos una de ellas es diferente por tener un valor de probabilidad (Pr >F) = (0.0148) menor a 0.05; todas las columnas son iguales, ya que su valor de probabilidad (0.4571) es superior a 0.05. Entre los tratamientos también al menos uno es diferente ya que tiene un valor de probabilidad (0.0027) menor a 0.05, esto demuestra que entre los tratamientos (IPA 4707, IPA E36110, IPA 3207, IPA 3409, PIMA IPA 59) presentan diferencias significativas. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad es de 0.751750%, lo que da un alto grado de confiabilidad de los datos, los cuales están más cercanos a la media (151.28) y se parecen más entre sí.

Tabla 18

Análisis de varianza para ciclo al inicio de dehiscencia

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	25.04	6.26	4.84	0.0148	3.259
Columna	4	5.04	1.26	0.97	0.4571	3.259
Tratamientos	4	39.44	9.86	7.62	0.0027	3.259
Residual	12	15.52	1.293			
Total	24	85.04				

Nota: n= 25, Media = 151.28, CV = 0.751750

Según la tabla 19, el tratamiento con la media más alta (153.40) es la línea IPA 4707, siendo el único significativamente diferente a las líneas IPA 3207, IPA E3 6110, IPA 3409, y PIMA IPA 59, los cuales no tienen diferencias significativas, pero si presentan promedios estadísticos similares, siendo las líneas IPA 3207 (151.60) e IPA E3 6110 (151.40) estadísticamente similares; y las línea IPA 3409 (150.00) y PIMA IPA 59 (150.00), las que

tienen promedio estadístico igual, cuyo promedio es de 150 días desde la siembra hasta el inicio de dehiscencia.

Tabla 19

Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para ciclo al inicio de dehiscencia

Tratamiento	Línea	Media	Agrupamiento
A	IPA 4707	153.40	A
C	IPA 3207	151.60	B
B	IPA E3 6110	151.40	B
D	IPA 3409	150.00	B
E	PIMA IPA 59	150.00	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes
Alfa = 0.05, GLE = 12 y CME = 1.293333

4.1.1.4. Ciclo vegetativo

Se realizó el análisis de varianza a un nivel de confianza de 95%, para probar si exiten diferencias significativas entre las líneas IPA estudiadas, los resultados se muestran en la tabla 20.

Según los resultados de la tabla 20, la prueba F nos indica que existe diferencia significativa entre las fuentes de variación de filas, debido a que el valor del estadístico F calculado (12.70) es mayor que el estadístico F tabulado (3.259), en el factor de variación de columnas (F calculada 0.81) no presentan diferencias significativas. En los tratamientos el estadístico F calculado de 12.04, resulta ser mayor que el estadístico de F tabulado de 3.259 por tanto, se afirma que existen diferencias significativas en el ciclo vegetativo entre las líneas IPA .

La regla de decisión permite observar que entre las filas al menos una de ellas es diferente por tener un valor de probabilidad (Pr >F) = (0.0003) menor a 0.05; en tanto que todas las columnas son iguales, ya que su valor de probabilidad (0.5416) es superior a 0.05; entre los tratamientos también al menos uno es diferente ya que tiene un valor de probabilidad (0.0004) menor a 0.05.

Tabla 20

Análisis de varianza para ciclo vegetativo

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	53.84	13.46	12.70	0.0003	3.259
Columna	4	3.44	0.86	0.81	0.5416	3.259
Tratamientos	4	51.04	12.76	12.04	0.0004	3.259
Error	12	12.72	1.06			
Total	24	121.04				

Nota: n= 25, Media = 199.28, CV = 0.516641

Según la tabla 20 se concluye que las diferentes filas y tratamientos (IPA 4707, IPA E36110, IPA 3207, IPA 3409, PIMA IPA 59) presentan diferencias significativas. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad es de 0.516641 %, lo que da un alto grado de confiabilidad de los datos, los cuales están más cercanos a la media (151.28) y se parecen más entre sí.

Para encontrar las diferencias entre los promedios de tratamientos se acudió a la prueba de Duncan, cuyos resultados se muestran en la tabla 21.

Los tratamientos con la media más alta son la línea IPA 4707 (201.40) e IPA 3207 (200.60), no existiendo diferencia significativa entre ambos; siendo significativamente diferentes a las líneas IPA E3 6110, IPA 3409 y PIMA IPA 59, los cuales no tienen diferencias significativas, pero sí presentan promedios estadísticos similares, siendo las líneas IPA E3 6110 (198.20) e IPA 3409 (198.20) estadísticamente iguales y similares a la línea PIMA IPA 59 (198.00), cuyo promedio de ciclo vegetativo es de 198 días.

Tabla 21

Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para ciclo vegetativo

Tratamiento	Línea	Media	Agrupamiento
A	IPA 4707	201.40	A
C	IPA 3207	200.60	A
B	IPA E3 6110	198.20	B
D	IPA 3409	198.20	B
E	PIMA IPA 59	198.00	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Alfa = 0.05, GLE = 12 y CME = 1.06

4.1.2. Características morfológicas

4.1.2.1. Altura de planta

Para probar la hipótesis que existe diferencias significativas en la altura de planta entre los tratamientos y factores de variación evaluados se procedió a realizar la prueba de analisis de varianza a un nivel de confianza de 95%, los resultados se muestran en la tabla 22.

Según la tabla 22, en las fuentes de variación de filas no existe diferencia significativa debido a que el valor del estadístico F calculado de 0.59 y su valor-p > 0.05, en cuanto al factor de variación de columnas se tiene el valor F calculado de 0.36 y su correspondiente valor-p de 0.8345 indica que no existe diferencias significativas, para las fuentes de variación entre tratamientos se observa que no existe diferencias significativas (Valor-p >0.05).

La regla de decisión permite observar que todas las filas son iguales por tener un valor de probabilidad (Pr >F) = 0.6759 mayor a 0.05; del mismo modo todas las columnas son iguales, siendo su valor de probabilidad (0.8345) superior a 0.05; entre los tratamientos también todos son iguales, ya que tiene un valor de probabilidad (0.1714) mayor a 0.05. De lo que se concluye que las diferentes filas y tratamientos (IPA 4707, IPA E36110, IPA 3207, IPA 3409, PIMA IPA 59) no presentan diferencias significativas. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad es de 12.15453 %, lo que da un alto grado de confiabilidad de los datos, los cuales están más cercanos a la media (123.632) y se parecen más entre sí.

Tabla 22

Análisis de varianza para altura de planta

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	533.5384	133.3846	0.59	0.6759	3.259
Columna	4	322.2064	80.5516	0.36	0.8345	3.259
Tratamientos	4	1736.0424	434.0106	1.92	0.1714	3.259
Error	12	2709.6872	225.807267			
Total	24					

Nota: n= 25, Media = 123.632, CV = 12.15453

4.1.2.2. Inserción del primer simpodio

El análisis de varianza de la tabla 23 se realizó para probar la hipótesis que existen diferencias significativas entre las fuentes de variación en la inserción del primer simpodio en la líneas IPA evaluadas.

Según la tabla 23, la prueba F nos indica que no hay diferencia significativa entre las filas (F calculada 0.31), y entre las columnas (F calculada 0.23), ya que sus valores son menores al valor del estadístico F tabular = 3.259. Para la fuente de variación entre tratamientos el valor F calculado de 7.62, indica que presenta diferencias significativas (Sig. < 0.05) en el primer simpodio según los tratamientos evaluados.

La regla de decisión permite observar que todas las filas son iguales por tener un valor de probabilidad (Pr >F) = (0.8634) mayor a 0.05; del mismo modo todas las columnas son iguales, ya que su valor de probabilidad (0.9172) es superior a 0.05; sin embargo, entre los tratamientos al menos uno es diferente, ya que tiene un valor de probabilidad (0.0027) menor a 0.05. De lo que se concluye que las diferentes filas y columnas no presentan diferencias significativas; siendo los tratamientos (IPA 4707, IPA E36110, IPA 3207, IPA 3409, PIMA IPA 59) los que si presentan diferencias significativas, esto puede haber sido ocasionado por la incidencia de la temperatura ambiental.

El coeficiente de variabilidad es de 10.68817 %, lo que da confiabilidad de los datos, los cuales están más cercanos a la media (6.64) y se parecen más entre sí.

Tabla 23

Análisis de varianza para inserción del primer simpodio

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	0.632	0.158	0.31	0.8634	3.259
Columna	4	0.460	0.115	0.23	0.9172	3.259
Tratamientos	4	15.344	3.836	7.62	0.0027	3.259
Error	12	6.044	0.5036			
Total	24	22.480				

Nota: n= 25, Media = 6.64, CV = 10.68817

Para determinar las diferencias existentes entre los tratamientos se prácticó la comparación multiple de promedios a traves del estadístico de Duncan a un nivel de confianza de 95%, los resultados se muestran en la tabla 24.

Los tratamientos que no tienen diferencias significativas son las líneas IPA 4707, PIMA IPA 59, IPA E3 6110 e IPA 3207, siendo la línea IPA 3409 la única que presenta diferencia significativa; sin embargo los promedios estadísticos de las líneas IPA 4707 y PIMA IPA 59 son iguales con una media de 7.34 cada uno, y las líneas IPA E3 6110 e IPA 3207 presentan promedios estadísticos similares siendo sus medias 6.84 y 6.46 respectivamente; se observa también que la línea IPA 3409 es la que tiene el promedio más bajo (5.22) siendo significativamente diferente a los demás tratamientos.

Tabla 24

Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para inserción del primer simpodio

Tratamiento	Línea	Media	Agrupamiento
A	IPA 4707	7.34	A
E	PIMA IPA 59	7.34	A
B	IPA E3 6110	6.84	A
C	IPA 3207	6.46	A
D	IPA 3409	5.22	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes
Alfa = 0.05, GLE = 12 y CME = 1.06

4.1.2.3. Número de nudos en el tallo.

Para probar la hipótesis que existen diferencias significativas entre el número de nudos según las fuentes de variación en filas, columas y tratamientos se realizó la prueba de análisis de varianza para un nivel de confianza de 95%, los resultados se muestran en la tabla 25.

Según la tabla 25, la prueba F nos indica que no hay diferencia significativa entre las filas (F calculada 0.47), entre las columnas (F calculada 0.50), y entre los tratamientos (F calculada 0.74), ya que sus valores son menores a la F tabulada (3.259).

A la misma conclusión llegamos al observar el nivel de significancia de la prueba donde todas las filas son iguales por tener un valor de probabilidad (Pr >F) = (0.7590) mayor a 0.05; del mismo modo todas las columnas son iguales, ya que su valor de probabilidad (0.7366) es

superior a 0.05; así mismo, todos los tratamientos son iguales, ya que tiene un valor de probabilidad (0.5843) mayor a 0.05. De lo que se concluye que las diferentes filas, columnas y tratamientos (IPA 4707, IPA E36110, IPA 3207, IPA 3409, PIMA IPA 59) no presentan diferencias significativas. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad es de 8.412708 %, lo que da confiabilidad a los datos, los cuales están más cercanos a la media (23.256) y se parecen más entre sí.

Tabla 25

Análisis de varianza para número de nudos en el tallo

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	7.1496	1.7874	0.47	0.7590	3.259
Columna	4	7.6536	1.9134	0.50	0.7366	3.259
Tratamientos	4	11.2856	2.8214	0.74	0.5843	3.259
Residual	12	45.9328	3.8277			
Total	24					

Nota: n= 25, Media = 23.256, CV = 8.412708

4.1.2.4. Número de monopodios (ramas vegetativas)

Para conocer si existen diferencias significativas entre el número de monopodios en las fuentes de variación se realizó el análisis de varianza, los resultados se muestran en la tabla 26.

Según la tabla 26 la prueba F nos indica que no hay diferencia significativa entre las filas (F calculada 0.57), entre las columnas (F calculada 0.83), y entre los tratamientos (F calculada 1.57), ya que sus valores son menores a la F tabulada (3.259).

Según el valor de la significancia tambien se llega a la misma interpretación donde todas las filas son iguales por tener un valor de probabilidad (Pr >F) = (0.6901) mayor a 0.05; del mismo modo todas las columnas son iguales, ya que su valor de probabilidad (0.5321) es superior a 0.05; del mismo modo, todos los tratamientos son iguales, ya que tienen un valor de probabilidad (0.2455) mayor a 0.05. De lo que se concluye que las diferentes filas, columnas y tratamientos (IPA 4707, IPA E36110, IPA 3207, IPA 3409, PIMA IPA 59) no presentan diferencias significativas. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad de 30.20741 %, indica

el nivel aceptable de confiabilidad en el conjunto de datos, los cuales están más cercanos a la media (1.592) y se parecen más entre sí.

Tabla 26

Análisis de varianza para número de monopodios

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	0.5264	0.1316	0.57	0.6901	3.259
Columna	4	0.7664	0.1916	0.83	0.5321	3.259
Tratamientos	4	1.4504	0.3626	1.57	0.2455	3.259
Residual	12	2.7752	0.23126667			
Total	24	5.5184				

Nota: n= 25, Media = 1.592, CV = 30.20741

Las ramas vegetativas se encuentran cerca de la base de la planta, siendo su crecimiento y desarrollo similar al del tallo principal. La formación de estas ramas vegetativas está fuertemente afectada por las condiciones ambientales y el vigor de la planta.

4.1.2.5. Número de órganos caídos

Con la finalidad de comprobar la hipótesis que existen diferencias significativas en los organos caídos por efecto de las fuentes de variación (filas, columnas y tratamientos) se realizó el análisis de varianza a un nivel de probabilidad de 95%, los resultados se muestran en la tabla 27.

De la tabla 27, según la prueba F nos indica que no existe diferencia significativa entre las filas (F calculada 1.36), entre las columnas (F calculada 2.60), y entre los tratamientos (F calculada 0.82), ya que sus valores son menores a la F tabulada (3.259).

Según el valor de la significancia se puede observar que todas las filas son iguales por tener un valor de probabilidad (Pr >F) = (0.3041) mayor a 0.05; del mismo modo todas las columnas son iguales, ya que su valor de probabilidad (0.0891) es superior a 0.05; de igual manera, todos los tratamientos son iguales, ya que tiene un valor de probabilidad (0.5352) mayor a 0.05. De lo que se concluye que las diferentes filas, columnas y tratamientos (IPA 4707, IPA E36110, IPA 3207, IPA 3409, PIMA IPA 59) no presentan diferencias

significativas. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad de 27.47675 %, indica el nivel de confiabilidad aceptable del conjunto de datos, los cuales están más cercanos al promedio de 8.912.

Tabla 27

Análisis de varianza para número de órganos caídos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	32.6664	8.1666	1.36	0.3041	3.259
Columna	4	62.4664	15.6166	2.60	0.0891	3.259
Tratamientos	4	19.7384	4.9346	0.82	0.5352	3.259
Residual	12	71.9552	5.9962667			
Total	24	186.8264				

Nota: n= 25, Media = 8.912, CV = 27.47675

Los resultados obtenidos en la tabla 26, son ratificados por la prueba de comparación de promedios de Duncan, cuyos resultados se muestran en la tabla 28.

Según la tabla 28, no existen diferencias significativas entre los tratamientos, observándose que los promedios estadísticos son similares siendo la media más alta para la línea IPA 3409 (10.00), seguida de las líneas IPA E3 6110 (9.80), IPA 3207 (8.82), IPA 4707 (8.28) y PIMA IPA 59 (7.66).

Tabla 28

Prueba de comparación de promedios de Duncan (α=0.05) para número de órganos caídos

Tratamiento	Línea	Media	Agrupamiento
D	IPA 3409	10.00	A
B	IPA E3 6110	9.80	A
C	IPA 3207	8.82	A
A	IPA 4707	8.28	A
E	PIMA IPA 59	7.66	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Alfa = 0.05, GLE = 12 y CME = 5.996267

4.1.3. Potencial de rendimiento

4.1.3.1. Rendimiento total.

Para probar la hipótesis, si existe diferencia significativas en el rendieminto por efecto de las fuentes de variación (filas, columnas y tratamientos) se realizó el análisis de varianza cuyos resultados se muestran en la tabla 29, para un nivel de confianza de 95%.

En la tabla 29, la prueba F indica que no hay diferencia significativa entre las filas (F calculada 0.71), las columnas (F calculada 0.68), y entre los tratamientos (F calculada 3.06), ya que sus valores son menores a la F tabulada (3.259).

La misma interpretación se obtiene con el valor de probabilidad (Pr >F) = (0.6023) mayor a 0.05; por tanto se concluye que las fuentes de variación en filas, columnas y tratamientos (IPA 4707, IPA E36110, IPA 3207, IPA 3409, PIMA IPA 59) no presentan diferencias significativas. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad de 6.694489 %, da confiabilidad a los datos, los cuales están más cercanos a la media (3275.44) y se parecen más al promedio general.

Tabla 29

Análisis de varianza para rendimiento total

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	136011.5080	34002.8770	0.71	0.6023	3.259
Columna	4	131051.2160	32762.8040	0.68	0.6181	3.259
Tratamientos	4	588159.8880	147039.9720	3.06	0.0594	3.259
Residual	12	576972.9480	48081.0790			
Total	24	1432195.5600				

Nota: n= 25, Media = 3275.44, CV = 6.694489

4.1.3.2. Peso de mota

Para probar la hipótesis que existe diferencias entre el peso de mota como consecuencia de las fuentes de variación (filas, columnas y tratamientos) se realizaó el análisis de varianza a un nivel de confianza de 95%, los resultados se muestran en la tabla 30.

La tabla 30 muestra que los valores F y sus correspondientes valores-P de las fuentes de variación de columnas y tratamientos no son significativos (Sig. > 0.05) es decir no existío efecto atribuible a las líneas IPA evaluados, tampoco a la humedad por presencia del canal de riego (columna) sobre el peso de mota.

Para el caso del factor de variación de filas (sombreamiento por presencia de cortina de plantas) se observa que si existen diferencias significativas ya que el valor F calculado de 15.15 es mayor que el valor F tabular de 3.259, a su vez el valor de la sig. < 0.05, es decir que existe diferencias significativas en el peso de mota.

Por otra parte, el coeficiente de variabilidad de 2.661745 %, lo que da alta confiabilidad al conjunto de datos con un promedio de 3.868.

Tabla 30

Análisis de varianza para peso de mota

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	0.6424	0.1606	15.15	0.0001	3.259
Columna	4	0.0344	0.0086	0.81	0.5416	3.259
Tratamientos	4	0.0304	0.0076	0.72	0.5964	3.259
Residual	12	0.1272	0.0106			
Total	24	0.8344				

Nota: n= 25, Media = 3.868, CV = 2.661745

Debido a que la investigación tiene como objetivo detectar diferencias apreciables entre los tratamienos, se realiza la prueba de comparación múltiple de Duncan cuyos resultados se muestran en la tabla 31.

La tabla 31 ratifica el hallazgo de la tabla 30, donde entre los tratamientos no existe diferencia significativa, sin embargo, el tratamiento con promedio estadísticamente más alto es la línea IPA 3207 con 3.92 g y las líneas IPA 4707 (3.88), PIMA IPA 59 (3.88), IPA E3 6110 (3.84) y la línea IPA 3409 (3.82) tienen pesos de mota muy cercanos entre sí.

Tabla 31

Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para peso de mota

Tratamiento	Línea	Media	Agrupamiento
C	IPA 3207	3.92	A
A	IPA 4707	3.88	A
E	PIMA IPA 59	3.88	A
B	IPA E3 6110	3.84	A
D	IPA 3409	3.82	A

Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa: 0.05, GLE: 12, CME: .0106

4.1.3.3. Acude

Para probar la hipótesis que existen diferencias significativas entre los acude por efecto de las fuentes de variación (filas, columnas y tratamientos) se realizó la prueba de análisis de varianza con el nivel de confianza de 95%, los resultados de la prueba se muestran en la tabla 32.

En la tabla 32, el valor del estadístico F nos indica que si hay diferencia significativa entre las filas (F calculada 56.07); entre las columnas (F calculada 3.22), y entre los tratamientos (F calculada 2.26), no hay diferencia significativa, ya que sus valores son menores a la F tabulada (3.259).

El coeficiente de variación fue de 0.591754 %, lo que indica que los datos analizados tienen alta confiabilidad y estan distribuidos con tendendecia al promedio general de 2.6216.

Tabla 32

Análisis de varianza para acude

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	0.053976	0.01349400	56.07	<.0001	3.259
Columna	4	0.003096	0.00077400	3.22	0.0519	3.259
Tratamientos	4	0.002176	0.00054400	2.26	0.1231	3.259
Error	12	0.002888	0.00024067			
Total	24	0.062136				

Nota: n= 25, Media = 2.6216, CV = 2.661745

Con la finalidad de realizar las comparaciones multiple entre los promedios de los tratamientos, se acudió a la prueba de Duncan para un nivel de confianza de 95%, los resultados de la prueba se muestra en la tabla 32.

Entre los tratamientos cuyas líneas son PIMA IPA 59, IPA E3 6110, IPA 3207 e IPA 4707 no existe diferencia significativa, sin embargo, el tratamiento con la media más alta es la línea PIMA IPA 59 (2.638), seguido de la línea IPA E3 6110 (2.624), y las líneas IPA 3207 (2.618) e IPA 4707 (2.618) que tiene promedios estadísticos iguales; siendo la línea IPA 3409 la que tiene el promedio estadístico más bajo (2.610).

Tabla 33

Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para acude

Tratamiento	Línea	Media	Agrupamiento
E	PIMA IPA 59	2.638	A
B	IPA E3 6110	2.624	BA
C	IPA 3207	2.618	BA
A	IPA 4707	2.618	BA
D	IPA 3409	2.610	B

Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa: 0.05, GLE: 12, CME: 0.000241.

4.1.3.4. Índice de fibra

Para determinar si existieron diferencias apreciables en el ídice de fibra según los tratamientos se realizó la prueba de análisis de varianza a un nivel de confianza de 95%, los resultados se muestran en la tabla 34.

La prueba F de la tabla 34 nos indica que no hay diferencia significativa entre las filas (calculada 0.79); entre las columnas (F calculada 1.25), y entre los tratamientos (F calculada 0.57), ya que sus valores son menores a la F tabulada (3.259).

Según el valor de la probabilidad, se observa tambien que todas las filas son iguales por tener un valor de probabilidad (Pr >F) = (0.5528) mayor a 0.05; del mismo modo todas las columnas son iguales, ya que su valor de probabilidad (0.3415) es superior a 0.05; así mismo, todos los tratamientos son iguales, ya que tiene un valor de probabilidad (0.6891) mayor a 0.05.

Por otra parte, el coeficiente de variabilidad es de 3.083269 %, lo que da alta confiabilidad a los datos, los cuales están más cercanos a la media (7.56) y son homogéneos.

Tabla 34

Análisis de varianza para índice de fibra

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	0.172	0.043	0.79	0.5528	3.259
Columna	4	0.272	0.068	1.25	0.3415	3.259
Tratamientos	4	0.124	0.031	0.57	0.6891	3.259
Residual	12	0.652	0.05433333			
Total	24	1.220				

Nota: n= 25, Media = 7.56, CV = 3.083269

4.1.3.5. Índice de semilla

Con la finalidad de probar la hipótesis que existen diferencias significativas en el índice de semillas según las fuentes de variación (filas, columnas y tratamientos) se realizó el análisis de varianza con el nivel de confianza del 95%, los resultados del análisis de muestran en la tabla 35.

La prueba F de la tabla 35 nos indica que si hay diferencia significativa entre las filas (F calculada 4.06); sin embargo, entre las columnas (F calculada 0.83), y entre los tratamientos (F calculada 1.22), no hay diferencias significativas, ya que sus valores son menores a la F tabulada (3.259).

El valor de la significancia resulta ser mayor que 0.05 (Sig. >0.05) tanto para el factor de variación en columnas (Humedad por precencia de canal de riego) como para los tratamientos evaluados (líneas IPA de algodón), sin embargo para el factor de filas (sombreamiento por precencia de plantas) el nivel de significancia es menor que 0.05 (Sig.<0.05) es decir, al menos existió un sector en las unidades experimentales influenciadas por el factor de sombreamiento.

Por otra parte, el coeficiente de variabilidad es de 3.387816 %, indica la confiabilidad a los datos, los cuales están más cercanos a la media (12.256) y se parecen más entre sí.

Tabla 35

Análisis de varianza para índice de semilla

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	2.7976	0.6994	4.06	0.0263	3.259
Columna	4	0.5736	0.1434	0.83	0.5303	3.259
Tratamientos	4	0.8416	0.2104	1.22	0.3528	3.259
Error	12	2.0688	0.1724			
Total	24	6.2816				

Nota: n= 25, Media = 12.256, CV = 3.387816

Según los datos de la tabla 36, al comparar los promedios del índice de fibra entre los tratamientos mediante la prueba de Duncan se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, asu vez, la prueba ratifica los resultados de la prueba de hipótesis realizado en la tabla 36.

El tratamiento con la media más alta fue la línea PIMA IPA 59 (12.60), seguido de la línea IPA E3 6110 (12.26), y las líneas IPA 3409 (12.18) e IPA 3207 (12.18) cuyas medias son estadísticamente iguales; y cercanos al promedio de la línea IPA 4707 (12.06) siendo ésta la que tiene el promedio estadístico más bajo entre los tratamientos evaluados.

Tabla 36

Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para índice de semilla

Tratamiento	Línea	Media	Agrupamiento
E	PIMA IPA 59	12.60	A
B	IPA E3 6110	12.26	A
D	IPA 3409	12.18	A
C	IPA 3207	12.18	A
A	IPA 4707	12.06	A

Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa: 0.05, GLE: 12, CME: 0.1724

4.1.4. Calidad de fibra

4.1.4.1. Longitud de fibra

Para conocer si existen diferencias significativas entre la longitud de fibra según los tratamientos evaluados se realizó el análisis de varianza al 95% los resultados se muestran en la tabla 37.

La prueba F de la tabla 37 nos indica que si hay diferencia significativa entre las filas (F calculada 5.33); entre las columnas (F calculada 0.30), y entre los tratamientos (F calculada 0.35), no hay diferencias significativas, ya que sus valores son menores a la F tabulada (3.259).

Según el valor – p, se puede observar que al menos una de las filas es diferente, por tener un valor de probabilidad (Pr >F) = (0.0106) menor a 0.05; del mismo modo todas las columnas son iguales, ya que su valor de probabilidad (0.8730) es superior a 0.05; así mismo, todos los tratamientos son iguales, ya que tiene un valor de probabilidad (0.8385) mayor a 0.05. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad es de 2.539940 %, indica la confiabilidad de los datos analizados, los cuales están más cercanos a la media (35.2092) y se parecen más entre sí.

Tabla 37

Análisis de varianza para longitud de fibra

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	17.044504	4.261126	5.33	0.0106	3.259
Columna	4	0.956704	0.239176	0.30	0.8730	3.259
Tratamientos	4	1.122664	0.280666	0.35	0.8385	3.259
Error	12	9.597112	0.79975933			
Total	24	28.720984				

Nota: n= 25, Media = 35.2092, CV = 2.539940

Según los resultados de la comparación multiple de promedios mediante el estadístico de Duncan de la tabla 38, no existe diferencia significativa entre los tratamientos; sin embargo, el tratamiento con la media más alta es la línea IPA 3207 (35.57), seguido en orden decreciente de la línea IPA E3 6110 (35.248), las líneas IPA 3409 (35.188), IPA 4707 (35.122) y PIMA IPA 59 (34.918), siendo las medias de todas estas líneas estadísticamente similares.

Tabla 38

Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para longitud de fibra

Tratamiento	Línea	Media	Agrupamiento
C	IPA 3207	35.570	A
B	IPA E3 6110	35.248	A
D	IPA 3409	35.188	A
A	IPA 4707	35.122	A
E	PIMA IPA 59	34.918	A

Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa: 0.05, GLE: 12, CME: 0.799759

4.1.4.2. Uniformidad de fibra

Para encontrar diferencias entre uniformidad de fibra entre los tratamientos se realizó el analisis de varianza cuyos resultados se muestran en la tabla 39.

La tabla 39, muestra la prueba F que indica que no hay diferencia significativa entre las filas (F calculada 1.67); entre las columnas (F calculada 0.45), y entre los tratamientos (F calculada 1.77), ya que sus valores son menores a la F tabulada (3.259).

La misma interpretación nos lleva el valor – p donde se observa que todas las filas son iguales, por tener un valor de probabilidad (Pr >F) = (0.2203) mayor a 0.05; del mismo modo todas las columnas son iguales, ya que su valor de probabilidad (0.7740) es superior a 0.05; así mismo, todos los tratamientos son iguales, ya que tiene un valor de probabilidad (0.1998) mayor a 0.05. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad es de 1.955544 %, muestra la confiabilidad de los datos analizados, los cuales están más cercanos a la media (88.764) y se parecen más entre sí.

Tabla 39

Análisis de varianza para uniformidad de fibra

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	20.1696	5.0424	1.67	0.2203	3.259
Columna	4	5.3656	1.3414	0.45	0.7740	3.259
Tratamientos	4	21.3256	5.3314	1.77	0.1998	3.259
Error	12	36.1268	3.01306667			
Total	24	83.0176				

Nota: n= 25, Media = 88.764, CV = 1.955544

4.1.4.3. Finura (Micronaire)

Para determinar si existen diferencias significativas entre la finura de fibra en las líneas IPA de algodón evaluados se realizó el análisis de varianza cuyos resultados se muestran en la tabla 40.

La prueba F de la tabla 40 nos indica que si hay diferencia significativa entre las filas (F calculada 14.05), ya que este valor es mayor a la F tabulada (3.259); no hay diferencia significativa entre las columnas (F calculada 0.95), y entre los tratamientos (F calculada 1.98), ya que sus valores son menores a la F tabulada (3.259).

Del mismo modo según el valor-p se observa que al menos una finura de fibra de algodón ha sido influenciada por el sombreamiento por presencia de plantas (filas), ya que el valor de probabilidad (Pr >F) = (0.0002) menor a 0.05; por otro lado siguiendo los objetivos de la investigación, se puede observar los tratamientos evaluados no influenciaron sobre la finura de fibra ya que el valor de probabilidad (0.1613) mayor a 0.05, lo mismo ocurre con la presencia de humedad por el canal de riego (columnas) que no influenciaron en la finura del algodón ya que su valor de probabilidad (0.4705) es superior a 0.05. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad es de 2.501039 %, indica la confiabilidad a los datos, los cuales están más cercanos al promedio de 3.9728 y se parecen más entre sí.

Tabla 40

Análisis de varianza para finura

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	0.554744	0.138686	14.05	0.0002	3.259
Columna	4	0.037384	0.009346	0.95	0.4705	3.259
Tratamientos	4	0.078304	0.019576	1.98	0.1613	3.259
Residual	12	0.118472	0.00987267			
Total	24	0.788904				

Nota: n= 25, Media = 3.9728, CV = 2.501039

Con el objetivo de corroborar la prueba de hipótesis de la tabla 40 y debido a que la investigación tiene interes de conocer y existe efecto atribuible a los tratamientos (lineas IPA de algodón) en la finura de fibra se realizó la comparación de promedios múltiples, los resultados se muestran en la tabla 41.

El tratamiento con la media más alta es la línea IPA 4707 (4.054), sin embargo, tiene promedio estadístico similar con las líneas IPA 3409 (4.006), IPA 3207 (3.964) e IPA E3 6110 (3.954); siendo la línea PIMA IPA 59 la que tiene la media más baja (3.886).

Tabla 41

Resultados de la prueba de Duncan (α=0.05) para finura

Tratamiento	Línea	Media	Agrupamiento
A	IPA 4707	4.054	A
D	IPA 3409	4.006	BA
C	IPA 3207	3.964	BA
B	IPA E3 6110	3.954	BA
E	PIMA IPA 59	3.886	B

Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Alfa: 0.05, GLE: 12, CME: 0.009873

4.1.4.4. Reflexión

Para probar la hipótesis si existe efecto atribuible a los tratamientos, lineas mejoradas de PIMA IPA de algodón sobre la feflexión de la fibra de algodón se realizó el análisis de variaza con 95% de confianza los resultados se muestran en la tabla 42.

La prueba F de la tabla 42 nos indica que no hay diferencia significativa entre las filas (F calculada 0.63), ya que este valor es menor a la F tabulada (3.259); así mismo, no hay diferencia significativa entre las columnas (F calculada 0.28), y entre los tratamientos (F calculada 0.48), ya que sus valores son menores a la F tabulada (3.259).

A su vez según el valor-p se puede observar que todas las filas son iguales, por tener un valor de probabilidad (Pr >F) = (0.6525) mayor a 0.05; del mismo modo todas las columnas son iguales, ya que su valor de probabilidad (0.8853) es superior a 0.05; así mismo, todos los tratamientos son iguales, ya que tiene un valor de probabilidad (0.7519) mayor a 0.05. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad de 4.698954%, indica la confiabilidad de los datos, los cuales están más cercanos al promedio de 71.98 y se parecen más entre sí.

Tabla 42

Análisis de varianza para reflexión

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	28.684	7.171	0.63	0.6525	
Columna	4	12.812	3.203	0.28	0.8853	
Tratamientos	4	21.844	5.461	0.48	0.7519	
Error	12	137.28	11.440			
Total	24	200.62				

Nota: n= 25, Media = 71.98, CV = 4.698954

4.1.4.5. Grado

Para saber si existen diferencias en el grado en las diferentes líneas evaluadas se realizó el análisis de varianza, cuyos resultados se muestran en la tabla 43.

La prueba F de la tabla 43 nos indica que no hay diferencia significativa entre las filas (F calculada 0.41), ya que este valor es menor a la F tabulada (3.259); así mismo, no hay diferencia significativa entre las columnas (F calculada 0.06), y entre los tratamientos (F

calculada 0.94), ya que sus valores son menores a la F tabulada (3.259), de la misma forma, al analizar mediante el valor-p, se observa que todas las filas son iguales, por tener un valor de probabilidad (Pr >F) = (0.7962) mayor a 0.05; del mismo modo todas las columnas son iguales, ya que su valor de probabilidad (0.9934) es superior a 0.05; así mismo, todos los tratamientos son iguales, ya que tiene un valor de probabilidad (0.4745) mayor a 0.05. Por otra parte, el coeficiente de variabilidad es de 6.868810%, lo que da confiabilidad a los datos, los cuales están más cercanos a la media (7.432) y se parecen más entre sí.

Tabla 43

Análisis de varianza para grado

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Pr > F	F tabulada
Fila	4	0.4304	0.1076	0.41	0.7962	3.259
Columna	4	0.0584	0.0146	0.06	0.9934	3.259
Tratamientos	4	0.9784	0.2446	0.94	0.4745	3.259
Error	12	3.1272	0.2606			
Total	24	4.5944				

Nota: n= 25, Media = 7.432, CV = 4.698954

4.2. Discusión

En base a los resultados obtenidos en la investigación, se realizó la comparación de las características productivas de las líneas que presentan valores favorables respecto a los valores del testigo PIMA IPA 59.

4.2.1. Comportamiento fenológico

El inicio de botonaje es la etapa más importante en el desarrollo de la planta, ya que en este periodo se da la formación de botones que darán lugar a las bellotas capaces de ser cosechadas. En el experimento realizado las líneas IPA 3207, IPA E3 6110, IPA 3409, iniciaron el botonaje a los 47 días, con una diferencia de un día en relación al testigo; Colombo (2019) al estudiar el crecimiento y desarrollo de genotipos de algodón determinó que las plantas evaluadas cumplieron el ciclo de inicio de botonaje en el rango de 30 a 38 días; de igual manera Dileo et al. (2019) evaluaron y compararon diferentes cultivares comerciales y pre-comerciales de algodón concluyendo que el periodo desde la siembra a primer pimpollo o botón desarrollado estuvo entre 31 y 36 días; también Scarpin et al. (2019) encontraron que en

condiciones semicontroladas en invernadero, el inicio de botonaje estuvo entre 24 y 40 días; Tripathi et al. (2011) afirman que el primer capullo floral aparece en la rama fructífera más baja 35-45 días después de la emergencia, dependiendo de las temperaturas predominantes.

La fecha de aparición de la primera flor es un indicativo de la precocidad del cultivo, y marca el inicio del periodo de la floración. De los resultados obtenidos la linea IPA E3 6110 registró 86 días desde la siembra hasta el inicio de floración, siendo la diferencia de un día en comparacion con el promedio de 85 días del testigo; cabe señalar que Mamani (2013), al evaluar el comportamiento del cultivo de algodón afirma que la formación de flores; desde la aparición del primer botón hasta la apertura de la primera flor obtuvo un promedio de 82 días; Reyes (2014) menciona que la primera flor aparece entre 53 a 57 días después de la siembra; de igual manera la Federación Nacional de Algodoneros (1990) afirma que la apertura de las flores se inicia entre 20 y 25 días después del inicio de botonaje, siendo éste de 30 a 32 días, lo que da un promedio entre 50 a 57 días.

La dehiscencia empieza cuando las cápsulas alcanzan un tamaño máximo y completan su madurez exponiendo a las semillas entre las fibras asociadas. El inicio de dehiscencia de la línea IPA 3409 fue a los 150 dias desde la siembra, siendo éste promedio igual al del testigo, al respecto Pérez (2019) al determinar la densidad de trampas de feromonas en el cultivo de algodón variedad IPA 59, encontró que la dehiscencia o apertura de bellotas tiene un periodo de 150 días de duración; del mismo modo el MIDAGRI (2019) establece que en el algodón Pima la dehiscencia o apertura de bellotas se produce entre los 155 y 160 días después de la siembra.

Las líneas IPA E3 6110 e IPA 3409 cumplieron un ciclo vegetativo de 198 dias coincidiendo con el testigo; López y Gil (2017) al estudiar la fenología del algodón Gossypium raimondii Ulbrich, concluyen que la fenología de G. raimondii Ulbrich tiene una duración de 207 días, Avila et al. (2014) establecen que la producción de motas se va incrementando hasta que llega el momento en que se tiene un gran porcentaje de bellotas abiertas la cual se presenta más o menos a los 180 ó 200 días después de la siembra; así mismo el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014) menciona que las plantas de algodón que producen fibra blanca son más precoces que las de color, completando su ciclo en 7 meses, es decir en aproximadamente 210 a 215 días después de la siembra.

4.2.2. Características morfológicas

La planta de algodón en pleno desarrollo presenta un tallo principal erguido y semiflexible cuya altura promedio oscila entre 1.00 m y 1.50 m, con ramificaciones, cuyo numero y extensión responden tanto a factores genéticos como ambientales. La evolución de esta variable depende del manejo de los riegos, la fertilización y la influencia del clima (Temperatura y radiación solar principalmente). En los resultados de la presente investigación la linea IPA 3409 llegó a tener 1.19 m, encontrándose dentro del rango del testigo, que fue de 1.20 m; Córdova (2015), al evaluar el efecto del distanciamiento entre surcos dobles y el numero de plantas por metro lineal, obtuvo una altura de planta de 1.09 m; de la misma manera Kano et al. (2019) evaluaron la respuesta de un cultivar de algodón en cuanto a la disposición de plantas, concluyendo que la altura final de las plantas fue de 1.05 m; igualmente Cordão (2016) al evaluar el efecto del déficit hídrico aplicado en diferentes fases del ciclo fenológico del algodón, la altura de planta fue de 1.09 m; Arturi (1984) considera que la estructura de la parte aérea de la planta de algodón tiene una altura que oscila entre 1.00 m y 1.50 m.

El nudo en donde aparece la primera rama fructífera es conocido como nudo de la primera rama fructífera (NPRF) o Posición nodal (PN). Siendo este una característica importante de la precocidad del cultivo. Por lo tanto, los menores valores para este índice nos indicaran una fase reproductiva más temprana o precoz. Dentro de los resultados obtenidos se observa que en la linea IPA 3409 la primera rama fuctífera se ubica en el 5º nudo, con respecto al tetigo que lo ubica en 6º nudo; Rolando (2019) determinó la respuesta del cultivo del algodón frente al agregado de cloruro de potasio en dos variedades, observando que una variedad es más precoz ya que tiene posiciones fructíferas desde el nudo Nº 5;

En cuanto al numero de nudos en el tallo, los resultados indican que la línea IPA 3207 registró 22 nudos, siendo igual al testigo PIMA IPA 59. Campuzano et al. (2015) determinaron la adaptación del algodón en las condiciones de las sabanas ácidas mejoradas de la altillanura, concluyendo que los nudos por planta oscilaron entre 15 a 18. Plumblee et al. (2019) al determinar si las aplicaciones de fertilizante foliar tenían un efecto sobre el crecimiento del algodón, concluyeron que el algodón que no sufrió daños tuvo un promedio de 18 nudos por planta. Al respecto Cadena (2002) menciona que cuando una planta de algodón llega al momento de la apertura de la primera flor debe haber desarrollado entre 14 y 16 nudos, asimismo la primera rama fructífera se desarrolla en el nudo 6 ó 7 del tallo principal.

Las ramas vegetativas o monopodios se encuentran cerca de la base de la planta, siendo su crecimiento y desarrollo similar al del tallo principal. La formación de estas ramas

vegetativas está fuertemente afectada por las condiciones ambientales y el vigor de la planta. Cuanto mayor es el número de monopodios se logra un mayor desarrollo vegetativo y se prolonga la floración. Dentro de los resultados obtenidos, la linea IPA 3409 tiene en promedio 2 ramas vegetativas, superando al testigo PIMA IPA 59 que cuenta con una rama vegetativa. Quevedo (2020) al caracterizar la respuesta fisiológica y bioquímica en cuatro variedades de algodón observó la emisión de ramas monopodiales cuyo rango fue de 1 a 2. Chaudhry y Guitchounts (2003) afirman que las ramas que no dan fruto directamente son las ramas monopodiales y le dan a la planta un aspecto tupido; una rama monopodial tiene un mayor número de cápsulas que una rama simpodial. El espaciamiento entre plantas tiene una gran influencia en el numero de ramas monopodiales. Un espaciamiento más estrecho reduce la aparición de ramas monopodiales.

De los resultados obtenidos las líneas IPA 4707 e IPA 3207 son las que tienen un promedio cercano a 8 órganos caídos, igual al testigo. Araujo et al. (2018) realizaron un estudio para evaluar el efecto del déficit hídrico, concluyendo que cuando las plantas de algodón aún tenían algunos órganos reproductores jóvenes, la aplicación del déficit provocaba el aborto de estas estructuras como mecanismo de defensa, ya que el suministro de agua se volvía desfavorable, reduciendo la productividad. El IPA (1998) apunta que una excesiva caída o absición de órganos desde el inicio de la floración indica también un crecimiento desequilibrado, es decir un excesivo crecimiento vegetativo en perjuicio de la formación de órganos, o las condiciones de estrés que provocan que se detenga el crecimiento.

4.2.3. Potencial de rendimiento

La línea IPA 4707 obtuvo el rendimiento más alto (3555 g), superando al testigo PIMA IPA 59 que tiene el rendimiento de (3096.8 g). Loeza-Corte et al. (2016) evaluaron el efecto de la fecha de siembra sobre la fenología de *Gossypium arboreum* L. concluyendo que el mayor rendimiento de fibra fue de 41.11 g planta^{-1}; así mismo, Bonilla et al. (2020) investigaron sobre la productividad y calidad de fibra de variedades convencionales de algodón, obteniendo como resultado un rendimiento de (3906.1 kg ha^{-1}). Vera y Villalba-Martínez (2019) en un estudio sobre la eficiencia agronómica del nitrógeno y fósforo en el cultivo de algodón en un suelo ultisol, obtuvieron un rendimiento en fibra de 3.880 kg.ha^{-1}. Franco et al. (2019) en un ensayo sobre generación de líneas sobresalientes de algodón convencional con potencial para la industria textil, indican que la línea Nazas 87-CAP1 tuvo el mayor rendimiento (29.06 g). Jiménez (2015) en su trabajo de investigación para determinar el mayor rendimiento en algodón

con la aplicación de estiercol bovino solarizado con un sistema de riego por goteo, concluyó que el mayor rendimiento fue de 5.01 t/ha y se obtuvo con la dosis de 80 t/ha.

De los resultados obtenidos para el peso de mota, la línea IPA 3207 es la que tiene el promedio de peso de mota más alto (3.92 g), superando al testigo PIMA IPA 59; Portillo y Vargas (2019) al evaluar la respuesta del rendimiento del cultivo de algodón, variedad Tangüis, a la aplicación de productos biotecnológicos; concluyen que el linaje FT-1, presentó motas de 4.26 a 4.39 g en promedio.

El acude es el número de unidades de algodón en rama expresada en peso necesario para obtener una unidad de algodón desmotado. Cada bellota de algodón Pima produce en promedio un 30% de fibra y un 70% de pepa, por lo que su acude promedio asciende a 3.17. En el caso de la variedad PIMA IPA 59, el acude se ubica entre 2.65 a 2.85. Los resultados obtenidos para los promedios de acude nos indican que la línea IPA E36110 obtuvo un acude de 2.62 mientras que la linea PIMA IPA 59 (Testigo) tuvo un acude resultante de 2.63. Portillo y Vargas (2019) determinaron la respuesta del rendimiento del cultivo de algodón a la aplicación de productos biotecnológicos, llegando a la conclusión que casi todos los tratamientos que fueron inoculados con rizobacterias con biol y sin biol, presentaron acudes entre 2.38 y 2.55, siendo valores óptimos para la fibra.

Analizando los resultados se observa que las líneas IPA 3409 e IPA E3 6110 tuvieron un indice de fibra de 7.56 g, en tanto la línea PIMA IPA 59 (testigo) obtuvo 7.68 g, Silva (2019) al evaluar la respuesta del cultivo de algodón a diferentes contenidos de humedad en el suelo, encontró que el mayor valor promedio para el peso de fibra fue de 3.03 g/cápsula y el menor valor promedio fue de 2.03 g/cápsula.

El índice de semilla de la línea IPA E3 6110 fue de 12.26 g, en comparación con el testigo cuyo promedio fue de con 12.6 g, Carneiro et al. (2015) evaluaron el potencial fisiológico de cultivares comerciales de algodón, y concluyeron que en cuanto al peso de mil semillas, el cultivar BRS 368 presentó el valor más alto (94.04 g), difiriendo estadísticamente de los demás cultivares estudiados. Gutiérrez (2014) al estudiar la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost, concluyó que el mayor peso de 100 semillas fue de 9.61 gramos.

4.2.4. Calidad de fibra

La longitud de la fibra es el promedio de la mitad más larga de las fibras (longitud media de la mitad superior). El largo de la fibra está en relación inversa con su diámetro, las

fibras más largas son las de menor diámetro, las fibras más cortas son las más gruesas. En las variedades comerciales la longitud fluctúa entre ¼" y cerca de 2" (6.35 mm y 50.8 mm). En los resultados que se obtuvieron la línea IPA 3207 obtuvo la longitud de fibra de 35.57 mm, teniendo el testigo 34.918 mm; Rolando (2019) al determinar la respuesta del cultivo del algodón frente al agregado de cloruro de potasio, concluye que los valores de longitud están en los niveles más bajos respecto a los estándares que exige el mercado mundial, registrando el promedio entre 25 y 26 mm; así mismo, Hernández-Leal et al. (2019) compararon la calidad de fibra de dos variedades convencionales de algodón, y concluyeron que la variedad Cian 95 destacó en la variable de longitud de la fibra de algodón con 35.43 mm.

La uniformidad de fibra es la relación entre la longitud media y la longitud media de la mitad superior de las fibras y es expresada como un porcentaje. Si todas las fibras en el fardo fueran de la misma longitud, la longitud media y la longitud media de la mitad superior serían iguales, y el índice de la uniformidad sería 100. Sin embargo, hay una variación natural en la longitud de las fibras del algodón, de manera que la uniformidad de la longitud será siempre menos que 100; la uniformidad más alta fue para la línea IPA E36110 con un grado de uniformidad de 89.92 % , mientras que el testigo tuvo un promedio de uniformidad de fibra de 87.6 %; Campuzano et al. (2915) desarrollaron una prueba de evaluación agronómica con cinco genotipos élites de algodón, llegando a la conclusión que entre las variables de calidad el índice de uniformidad de fibra estuvo entre 82,03 % a 83,20 %.

El Micronaire es una medida de finura y madurez de la fibra, esta medida se determina en un instrumento de corriente de aire, el cual utiliza la permeabilidad del aire de una masa constante de fibras de algodón comprimidas a un volumen fijado; la línea IPA E3 6110 tuvo un micronaire de 3.954 µg/pulgada, estando dentro del rango de fino, al igual que el testigo cuyo micronaire fue de (3.886 µg/pulgada). Turley et al. (2019) en una investigación para contrastar alelos, encontraron que en cuanto a la finura de la fibra no hubo variación entre los genotipos ensayados, siendo el micronaire de 3,12 µg/pulgada; de igual forma, Winkler et al. (2019) realizaron la caracterización morfológica, agronómica y fisiológica de 4 genotipos de algodón, concluyendo que la variedad NuOpal, al ser sometida a estrés salino obtuvo un micronaire de 3.66 µg/pulgada y sin estrés fue de 3.48 µg/pulgada.

El color instrumental en la clasificación del algodón se mide en unidades de reflectancia (Rd). La reflectancia indica el brillo o apagamiento de una muestra. El brillo es la intensidad con que la luz es reflejada por la superficie de una fibra. Unos niveles bajos de Rd son sinónimo de un tono opaco o grisáceo, mientras que los niveles altos de Rd indican brillo o ausencia de

gris; la línea IPA 3409 tuvo 72.22 % de reflexión en comparación con la línea PIMA IPA 59 que tiene 73.64 % de reflexión; Rabelo de Oliveira (2019) en una evaluación sobre los parámetros agronómicos y los factores de reflectancia en el cultivo de algodón obtuvo tasas de reflexión de 82.9 %; a su vez, Byrd et al. (2016) en su investigacion para determinar el efecto de las características de la pubescencia foliar, observaron los efectos significativos sobre la reflectancia (Rd) y el color amarillento (+B), y concluyeron que todos los resultados cayeron en las categorías de Rd mediocre o estrictamente medio-bajo, ya que sus promedios estuvieron por debajo del 80 % de reflectancia; igualmente Tarrago et al. (2019) al evaluar la calidad tecnológica de la fibra en algodones conducidos bajo sistema de surcos estrechos, observaron que la variable que más modificó su distribución fue la relacionada con el color (reflectancia Rd), mostrando una disminución del brillo de las fibras obtenidas.

El grado (+b) indica la intensidad de amarillamiento de la fibra y se mide en unidades de amarillez (+b). Los altos niveles de +b indican un alto grado de amarillez, mientras que niveles bajos de +b equivalen a un bajo nivel de amarillez. La línea IPA 3207 es la que tiene el menor promedio de pigmentación de color con un grado (+b) de 7.2, mientras que la línea PIMA IPA 59 obtuvo un promedio de grado (+b) de 7.32; Gonçalo (2019) en su investigación para evaluar el cultivo de algodón herbáceo fertirrigado, determinó que el grado de amarillo (+b) presentó valores medios de las fibras analizadas que oscilaron entre 9,5 y 9,8 dentro del rango normalmente encontrado, es decir, entre 4 y 18; así mismo, Ramos et al. (2015) al evaluar las características agronómicas, la producción y el rendimiento en siete cultivares de algodón convencionales y genéticamente modificados, concluyó que entre las características tecnológicas de la fibra el estándar para el grado de amarilleo (+b) se consideró bueno, variando de 7,07 a 7,80.

V. Conclusiones

En cuanto a comportamiento fenológico; en precocidad, se encontró que los primeros botones florales aparecieron a los 47.20 días para las líneas IPA E3 6110 e IPA 3409, frente al testigo IPA 59 que sucedió a los 46.40 días; en apertura de primeros botones florales éstos aparecieron a los 86.60 para el IPA E3 6110, frente al testigo que apareció a los 85 días; la apertura de la primeras bellotas se inició a los 150 días tanto para el IPA 3409 como para el testigo; en cuanto al periodo vegetativo estuvo en 198.20 días para las líneas IPA E3 6110 e IPA 3409, frente al testigo que fue de 198 días.

Las líneas IPA E3 6110 e IPA 3409, son las mas precoces, pero no superan al testigo IPA 59.

Sobre las características morfológicas; la línea IPA 3207 presentó una menor altura de planta con 116.60 cm frente al testigo IPA 59 que presento 120.54 cm; la inserción del primer simpodio se registró en la posición nodal 5.22, de la línea IPA 3409, frente al testigo que se ubicó en la posición 7.34; la linea IPA 3207 registró 22 nudos, igualando al testigo; la línea IPA 3207 registró 1.32 monopodios o ramas vegetativas, igual que el testigo; la línea IPA 4207 registró 8 oganos caidos, frente al testigo que registró 7.

Las lineas IPA 3707 e IPA 3409 tienen mejores condiciones morfológicas que el testigo.

Respecto al potencial de rendimiento; la línea IPA 4707 tiene un rendimiento de 3,555 gramos por planta, frente al testigo con 3,096 gramos por planta; el peso de mota de la línea IPA 3207 registró 3.92 gramos, mientras que el testigo alcanzó 3.88 gramos; la línea IPA 3409 registro un acude de 2.61, frente al testigo cuyo acude fue de 2.638; en cuanto al índice de fibra las líneas IPA 3409 e IPA E3 6110 registraron un peso de 7.56 gramos, frente al testigo que registró 7.68 gramos; la linea IPA E3 6110 tuvo un índice de semilla de 12.26 gramos, frente al testigo que registró 12.60 gramos.

No se encontraron diferencias significativas entre las líneas comparadas.

Con relación a la calidad de fibra; la linea IPA 3207 con 35.57 mm supero al testigo que tuvo 34.918 mm; en uniformidad de fibra la línea IPA E3 6110 supero con 89.82 % frente al testigo que registró 87.74 %; en cuanto al índice de micronaire o finura la linea IPA E3 6110 registró 3.954 u/pulgada, mientras que el testigo registró 3.886 u/pulgada; en reflectancia de la fibra la línea IPA 3409 registró 72.22 % de reflexión, frente al testigo que registró 73.64 %; y, en intensidad de amarillamiento la línea IPA 3207 tuvo 7.2 %, es decir, mas bajo que el testigo con 7.32 %.

VI. Recomendaciones

Siendo este trabajo, parte de una red de ensayos comparativos que realiza el Instituto Peruano del Algodón, se recomienda que pase a la siguiente etapa de evaluación comparativa avanzada de las mejores líneas seleccionadas, hasta llegar a la etapa de cultivo comercial.

En cuanto al comportamiento fenológico o precocidad debe resaltarse la necesidad de realizar un buen manejo agronómico de los ciclos de botonaje, floración y fructificación, ya que estas etapas, contribuyen en gran porcentaje a la mejora de cosecha final.

Continuar con la investigación genética para mejorar las características morfológicas y de rendimiento, según las zonas de cultivo y condiciones climatológicas, para adaptarse a las condiciones adversas.

Para mejorar el potencial de rendimiento, debe complementarse los estudios con ensayos agronómicos de fertilización, densidades y riegos, etc.

Las investigaciones y estudios posteriores, debe centrarse en la calidad de fibra, que a la larga determinaran el tipo de hilo y confección final.

VII. Referencias bibliográficas

Abd El-Moghny, A. M., Mariz, S. M., & Gibely Reham, H. A. (2015). Nature of Genetic Divergence among Some Cotton Genotypes. *The Journal of Cotton Science*, *19*(3), 368–374. http://journal.cotton.org

Aramendiz, H., Espitia, M. M., & Isaza, M. (Enero-Junio de 2010). Progreso genético del algodonero (Gossypium hirsutum L.) en Colombia. *Temas Agrarios, 15*(1), 24-33. https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/429

Araújo Cordão, M., Pereira Araújo, W., Rodrigues Pereira, J., Henrique Zonta, J., Felipe de Lima, R., & Nogueira Ferreira, F. (2018). Cultivares de algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico aplicado em fases fenológicas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, *13*(3), 313-321. https://doi.org/DOI: http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v13i3.5933

Araújo Vasconcelos, U. A., Vasconcelos Cavalcanti, J. J., Correia Farias, F. J., Sousa Vasconcelos, W., & Cavalcanti dos Santos, R. (Jan-Mar de 2018). Diallel analysis in cotton (Gossypium hirsutum L.) for water stress tolerance. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, *18*(1), 24-30. https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1984-70332018v18n1a4

Arturi, MJ (1984). *El Algodón, Mejoramiento genético y técnica de su cultivo.* Buenos Aires-Argentina: Hemisferio Sur S.A.

Avila Miramontes, J. A., Avila Salazar, J. M., Martínez Heredía, D., & Rivas Santoyo, F. J. (2014). *El cultivo del algodón.* (U. d. Sonora, Ed.) México. https://agricultura.unison.mx/memorias%20de%20maestros/EL%20CULTIVO%20DEL%20ALGODON.pdf

Basurto, A (1972). *Estudio de la precocidad, capacidad productiva y calidad de fibra y semilla en 145 linajes de algodón Tanguis* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].

Basurto, A (1980). *Heredabilidad y ganancia debida a selección durante un ciclo de tres años de selección de algodón Tanguis (Gossypium barbadense L.)* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. https://hdl.handle.net/20.500.12996/1780

Basurto, RA (1993). *Manual técnico El Cultivo del Algodonero Tangüis en el Perú* (Primera Edición). Lima - Perú: Proyecto Transformación de la Tecnología Agropecuaria.

Bonilla Barrientos, O., Hernández Leal, E., Verastegui Chávez, J., Maltos Buendía, J., Bautista Ramírez, E., Hernández Bautista, A., & Isidro Requejo, L. M. (2020). Productividad y calidad de fibra de variedades convencionales de algodón en la Comarca Lagunera, México. *Revista Fitotecnia Mexicana, 43*(1), 3-9. https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/308/282

Bourgou, L., Koulibaly, B., Hema, O. S., Sawadogo, M., Sanfo, D., Bamba, H. S., . . . Dever, J. K. (2018). Characterizing Primitive Cotton Acccessions (Gossypium spp.) Collected in Burkina Faso to Identify Potential Sources for Fiber Quality Enhancement in West African Cultivars. *The Journal of Cotton Science, 22*(1), 1–11. http://journal.cotton.org

Bourland, F. M., & Gbur, E. E. (2017). Relationships of Plant Trichomes to Yield and Fiber Quality Parameters in Upland Cotton. *The Journal of Cotton Science*, *21*(4), 296–305. http://journal.cotton.org

Bowman, D. T., Bourland, F., & Kuraparthy, V. (2016). Measuring Maturity in Cotton Cultivar Trials. *The Journal of Cotton Science*, *20*(1), 40–45. http://journal.cotton.org

Brenes, E., Cilloniz, F., Madrigal, K., & Pérez, F. (2001). *El cluster del algodón en Perú: Diagnóstico competitivo y recomendaciones estratégicas*. Instituto Centroamericano de Administración de Empresas INCAE.

Byrd, S. A., Collins, G. D., Edmisten, K. L., Roberts, P. M., Snider, J. L., Spivey, T. A., . . . Culpepper, A. S. (2016). Leaf Pubescence and Defoliation Strategy Influence on Cotton Defoliation and Fiber Quality. *The Journal of Cotton Science, 20*(4), 280-293. http://journal.cotton.org

Cadena, J (1985). Relación Agua - Planta. (F. N. Algodoneros, Ed.) *Revista El Algodonero*(182), 1-17.

Cadena, J (2002). Manejo fisiológico del cultivo de algodón. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA,* http://hdl.handle.net/20.500.12324/21373.

Calzada, J (1981). *Métodos Estadísticos para la Investigación.* Lima - Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Campuzano Duque, L. F., Caicedo Guerrero , S., & Guevara Agudelo, J. (2015). Determinación de atributos en genotipos de algodón (Gossypium hirsutum L.) en la rotación maíz-soya asociados a suelos ácidos mejorados de la Altillanura Colombiana. *Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria, 16*(2), 251-263. http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v16n2/v16n2a08.pdf

Carneiro Nunes, R. T., Reis Prado, T., Batista Ribeiro, E., Santos do Vale, W., & Magalhães Morais, O. (2015). Desempenho fisiológico de sementes de algodão cultivadas em Luís Eduardo Magalhães, Bahia. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 10*(4), 69-74. https://doi.org/DOI: http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i4.3549

Casuso, M., Tarragó, J., & Galdeano, M. J. (2016). *Producción de algodón: recomendaciones para el manejo de plagas y de cultivo* (1a ed.). (S. López, Ed.) Chaco, Argentina: Ediciones INTA. http://hdl.handle.net/20.500.12123/15402

Chaudhry, M. R., & Guitchounts, A. (2003). *Cotton facts.* Washington DC, USA: International cotton advisory committee.

https://www.icac.org/Content/PublicationsPdf%20Files/76ebb36f_3897_476f_9580_8b1d511f23bb/Cotton%20Facts.pdf.pdf

Cole, C. B., Bowman, D. T., Bourland, F. M., Caldwell, W. D., Campbell, B. T., Fraser, D. E., & Weaver, D. B. (2016). Impact of Heterozygosity and Heterogeneity on Cotton (Gossypium hirsutum L.) Lint Yield Stability: II. Lint Yield Components. *The Journal of Cotton Science, 20*(2), 125-131. http://journal.cotton.org

Colombo, FV (2019). *Rendimiento y calidad de fibra de genotipos de algodón (Gossypium hirsutum L.) en respuesta a la nutrición nitrogenada y altas temperaturas* [Tesis de Magister, Universidad Nacional de Río Cuarto]. http://hdl.handle.net/20.500.12123/8268

Cordão, MA (2016). *Crescimento, trocas gasosas e produção do algodoeiro sob déficit hídrico nas fases fenológicas* [Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Agronomia, Universidade Federal de Campina Grande]. http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/12564

Córdova, JL (2015). *Estudio comparativo de 4 distanciamientos entre surcos dobles y 3 densidades de siembra por metro lineal, en el algodón híbrido Hazera 1952 (Gossypium hirsutum L. x Gossypium barbadense L.), en el Valle del Bajo Piura - Campaña 2015* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]

Delgado, M. A. (1979). *Relaciones morfológicas, calidad de fibra, contenido de aceite y las asociaciones entre ellos en 48 cultivares de Gossypium hirsutum y Gossypium barbadense L.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (1999). *La Clasificación del algodòn, Manual de agricultura 566.* Washington, D.C., Estados Unidos.

Dileo, P. N., Winkler, H. M., Scarpin, G. J., Paytas, M. J., & Longhi, T. S. (2019). Manejo de cultivo. Evaluación de variedades comerciales y pre-comerciales. *A.P.P.A. PUBLICACIÓN 2018/19, 19*(19), 36-39. http://appasantafe.org.ar/edicion-2018-2019/

Espinoza, L. (2002). Comparativo preliminar de rendimiento, precocidad y calidad de fibra de 48 selecciones y dos testigos de algodón (Gossypium barbadense L.). *Memoria Taller Temático 2004 Avances en el desarrollo tecnológico de la cadena algodonera en el Perú*, 25-26.

Federación Nacional de Algodoneros (1990). *Bases técnicas para el cultivo del algodón en Colombia.* Bogotá, Colombia: FEDERALALGODON. Recuperado de: http://hdl.handle.net/20.500.12324/12764

Fernández Escobar, R., Trapero Casas, A., & Domínguez Giménez, J. (2010). *Experimentación en Agricultura*. Sevilla, España: Junta de Andalucía.

Franco Gaytan, I., Bonilla Barrientos, O., & Hernández Leal, E. (2019). Generación de líneas sobresalientes de algodón convencional con potencial para la industria textil en el estado de Coahuila. *Congreso Internacional de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 3*(1), 45-47. https://cicav.unach.mx/images/cicav22/1674084139068_Memoria_CICAV_2022_13_01.pdf#page=45

Glade, E., Meyer, L., & Stults, H. (1996). *The cotton industry in the United States.* Washington, DC: U.S. Department of Agriculture.

Gonçalo, F (2019). *Cultivo de algodoeiro irrigado com efluente doméstico e adubação fosfatada.* [Tese Doutorado em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN]. https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/4501

Groves, F. E., Bourland, F. M., & Jones, D. C. (2016). Relationships of Yield Component Variables to Yield and Fiber Quality Parameters. *The Journal of Cotton Science, 20*(4), 320–329. http://journal.cotton.org

Gutiérrez, JA (2014). *Producción de algodón (Gossypium hirsutum I.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost.* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro] http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/6736

Hake, K., Mayfield, B., Ramey, H., & Sasser, P. (1990). Fiber development and HVI quality. *Cotton physiology*, *2*(2).

Hernandez-Leal, E., Maltos-Buendía, J., Franco-Gaytán, I., & Sánchez Galván, H. (2019). Evaluación de la calidad de fibra de dos variedades convencionales de algodón (Gossypium hirsutum l.). En U. A. Chapingo (Ed.), *IV Congreso Internacional y XV Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas*, (págs. 149-150). Chapingo Texcoco, Edo. De México. https://congresorebiza.mx

Hougni, D.-G. M., Aboua, D. C., Araye, E., Hounton, T., Amonmide, I., Sinha, M., & Hougni, A. (2017). Evaluation of The Heritability of Key Architectural Traits and Yield Components In The Beninese Cotton Breeding Program. *The Journal of Cotton Science, 21*(4), 306-314. http://journal.cotton.org

Instituto Peruano del Algodón. (1998). *Manual de Manejo Agrofisiologico del Algodón.* Lima. https://ipaperu.org/

Jiménez, I (2015). *Producción de algodón (Gossypium hirsutum L.) con aplicación de estiércol bovino solarizado bajo riego por goteo.* [Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].

Jost, P. H., Ritchie, G. L., Bednarz, C. W., & Brown, S. M. (2007). *Cotton Growth and Development.* http://cotton.tamu.edu/

Kano, C., Bogiani , J. C., & Perina, F. J. (2019). População de plantas de algodoeiro sobre diferentes espaçamentos entre linhas de semeadura. En E. Territorial (Ed.), *12 Congresso Brasileiro do Algodão*, (pág. 1). Goiânia, Brasil. Retrieved 2019, from https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202729/1/5113.pdf

Lazo, JL (1999). *Desarrollo tecnológico del algodón Tanguis y sus proyecciones*. https://ipaperu.org/

Lazo, JL (2016). Mejoramiento genético de variedades de fibra extralarga en el Perú. *Sexto Congreso Internacional del algodón*. https://ipaperu.org/

Lazo, JL (1998). Evaluación y multiplicación del germoplasma de algodón de la especie *Gossypium barbadense* L. *El Algodón Peruano*. https://ipaperu.org/revista/algodon1/index.html

Lazo, JL (1998). Mejoramiento genético del algodón mediante hibridaciones intervarietales. *El Algodón Peruano*. https://ipaperu.org/revista/algodon1/index.html

Lazo, JL (2003). Ensayos comparativos preliminares de 3 tipos de progenies provenientes de trabajos de mejoramiento genético y selección. *Memoria Taller Temático 2004. Avances en el desarrollo tecnológico de la cadena algodonera en el Perú*. https://ipaperu.org/

Lazo, JL (1999). Ensayos de variedades mejoradas en el país (Linajes Tangüis) y de variedades introducidas de las especies G. hirsutum y G. barbadense. *El algodón peruano*, 36. https://ipaperu.org/revista/algodon1/index.html

Lazo, JL (2016). Mejoramiento genético de variedades de fibra extra larga en el Perú. *Sexto Congreso Internacional del Algodón.* Goiania Brasil. https://ipaperu.org/

Loeza-Corte, J. M., Díaz-López, E., Brena-Hernández, I., Morales-Ruíz, A., Aguilar-Luna, J. M., Laureano-López, B., & Linares-García, J. A. (2016). Phenology, Thermal Integral and Agronomic Yield of Cotton (Gossypium arboreum L) at a Function of Date of

Planting in Dry Weather. *American Journal of Experimental Agriculture, 10*(2), 1-7. https://doi.org/DOI: 10.9734/AJEA/2016/21054

López Medina, E., & Gil Rivero, A. E. (2017). Fenología de Gossypium raimondii Ulbrich "algodón nativo" de fibra de color verde. *Scientia Agropecuaria, 8*(3), 267-271. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.09

Machado, L. H. (2016). *Parâmetros fisiológicos de genótipos de algodoeiro herbáceo (Gossypium hirsutum L.var. latifolium hutch) em função da aplicação de regulador de crescimento e estresse hídrico.* [Trabalho de conclusão de curso bacharelado - Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira – SP]. http://hdl.handle.net/11449/149287

Mamani, JC (2013). *Evaluación del comportamiento del cultivo de algodón (Gossypium barbadense cultivar Cobalt-Pima) con ocho densidades de siembra bajo condiciones de zonas áridas Majes - Arequipa* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]

Massaro, A (2002). Mejoramiento genético de la calidad de fibra por hibridación. *Memoria Taller Temático 2004. Avances en el Desarrollo Tecnológico de la Cadena Algodonera en el Perú*, 30.

Ministerio de Agricultura y Riego (2019). *Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de algodón* [Ficha técnica Nº 3] Dirección General de Políticas Agrarias. http://hdl.handle.net/20.500.13036/229

Ministerio de Agricultura (2018). *Datos y estadísticas agrarias*. http://siea.minagri.gob.pe/

Ministerio de Agricultura (2021). *Perspectivas del mercado nacional e internacional de los commodities.* www.minagri.gob.pe

Ministerio del Ambiente (2014). *Informe final colecta, elaboración de mapas de distribución y estudio socioeconómico de la diversidad del algodón nativo.* Lima, Perú.

https://bioseguridad.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2018/07/ldb_algodon_nuevere giones_14.pdf

Olivas, L (1989). *Secuencia de Floración fructificación y sus relaciones con capacidad productiva y longitud en diez linajes de algodón Tanguis* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].

Orihuela, P (2004). Resultados de la Investigación adaptativa de cultivares Upland e Híbridos introducidos en la Región San Martín. *Taller Temático Avances en el desarrollo tecnológico de la cadena algodonera en el Perú*, 15-17.

Ortega, J (1981). *Estudio Comparativo de treinta cultivares Tanguis (Gossypium barbadense L.) al punto de vista de su valor agrícola e industrial.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].

Pérez, JF (2019). *Dos densidades de trampas en monitoreo de Pectinophora gossypiella S. en algodón, valle Santa, 2017.* [Tesis de Mestría, Universidad San Pedro]. repositorio.usanpedro.edu.pe:USANPEDRO/13436

Plumblee, M. T., Dodds, D. M., Krutz, L. J., Catchot, A. L., Irby, J. T., & Jenkins, J. N. (2019). Effect of Foliar Applied Nitrogen to Cotton with Artificial Terminal and Node Removal. *The Journal of Cotton Science*, *23*(3), 225-230. http://journal.cotton.org

Portillo, D & Vargas, J (2019). *Respuesta del rendimiento de algodón (Gossypium barbadense L.) Variedad Tangüis a la inoculación con rizobacterias en dos densidades de plantas, en San Clemente - Pisco.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica]. https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ef9e844b-581e-4128-b9e3-cca89c098613/content

Quevedo, YM (2020). *Caracterización fisiológica y bioquímica de cuatro genotipos de algodón (Gossypium hirsutum L.) en condiciones de déficit hídrico* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá].

Rabelo de Oliveira, M (2019). *Uso de sensoriamento remoto hiperespectral na caracterização da cultura do algodoeiro (Gossypium hirsutum L.).* [Dissertação Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará]. http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/49600

Ramos Coutinho, C., Santos Andrade, J. A., & Facco Pegoraro, R. (jan/jun de 2015). Produtividade e qualidade de fibra de cultivares de algodoeiro (Gossypium hirsutum L.) na região do semiárido Mineiro. (U. E. Acaraú, Ed.) *Essentia, Sobral, 16*(2), 62-82. https://essentia.uvanet.br/index.php/ESSENTIA/article/view/21

Reyes More, P. M. (2014). *El algodón pima peruano: Cultivo y manejo agronómico* (Primera Edición ed.) Fondo Editorial de la Universidad Nacional de Piura.

Rolando, J (2019). *Fertilización potásica en algodón surco estrechos y su relación fuente destino sobre los efectos en los parámetros de calidad de fibra,* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Nordeste. Corrientes, Argentina]. http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/29655

Santillano Cázares, J., Roque Díaz, L. G., Núñez Ramírez, F., Grijalva Contreras, R. L., Robles Contreras, F., Macías Duarte, R., . . . Cárdenas Salazar, V. (2019). La fertilidad del suelo afecta el crecimiento, nutrición y rendimiento de algodón cultivado en dos sistemas de riego y diferentes dosis de nitrógeno. *Terra Latinoamericana, 37*(1), 7-14. https://doi.org/https://doi.org/10.28940/tl.v37i1.304

Scarpin, G. J., Dileo, P. N., Winkler, H. M., Paytas, M. J., Fernandes, I., Senna, R., . . . Lorenzini, F. (2019). Caracterización morfológica y productiva de líneas de algodón. *Asociación para la promoción de la producción algodonera argentina, 19*(19), 48-54. http://appasantafe.org.ar/edicion-2018-2019/

Silva, E (2019). *Efecto de la polinización sobre la producción de semillas de algodón nativo (Gossypium sp.) de fibra blanca e implicancia en su conservación, Anexo Ponaya,*

Amazonas. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas].

Simbrón, R (2014). *Uso de cloruro de mepiquat en Gossypium barbadense L. en Lambayeque.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo].

Soto, I. (2019). Diseños experimentales. *Curso de Diseños experimentales dictado en la UNDC*. Cañete, Perú.

Tarrago, J. R., Colli, S. L., Nadal, N. J., & Gimenez, L. (2019). Efecto de diferentes tipos de cosecha sobre la calidad tecnológica de la fibra de algodón en cultivos de alta densidad. *RIA, 45*(2), 225-233. http://ria.inta.gob.ar/trabajos/efecto-de-diferentes-tipos-de-cosecha-sobre-la-calidad-tecnologica-de-la-fibra-de-algodon

Távara, A (2011). *Manual Manejo integrado del cultivo del algodonero.* Lima, Lima, Perú: Programa Nacional de Medios y Comunicación Técnica - INIA.

The cotton foundation. (1986). *Cotton physiology* (First ed., Vol. 1). (J. R. Mauney, J. M. Stewart, & J. M. Brown, Edits.) Memphis, Tennessee, U.S.A.: The Cotton Foundation, Publisher.

Tripathi, K. K., Warrier, R., Govila, O. P., & Ahuja, V. (2011). *Biology of Gossypium spp. (Cotton).* New Delhi, India: Department of Biotechnology, Ministry of Science & Technology, Ministry of Environment and Forests, Government of India.

Turley, R. B., Stetina, S. R., Bellaloui, N., & Molin, W. (2019). Comparison of Growth, Yield, and Fiber Quality of the Obsolete SA30 Yellow Leaf with Four Sets of Modern Yellow and Green Leaf Near Isogenic Cotton (Gossypium hirsutum L.) Lines. *The Journal of Cotton Science, 23*(3), 253-261. http://journal.cotton.org

Vera, L., & Villalba-Martínez, C. (2019). Eficiencia agronómica del nitrógeno y fósforo en el cultivo de algodón var. Nuopal BTN en un suelo ultisol. *Bienal Científica Internacional UNICAN 2019.* Salto del Guairá - Paraguay.

https://www.eventos.unican.edu.py/eventos/index.php/bienal_unican/bienal2019/paper/view/106/0

Vidal Neto, F. d., & Freire, E. C. (2013). Melhoramento genético do algodoeiro. Brasilia, Brasil.

Winkler, H. M., Mieres, L., Dileo, P., Scarpin, G., Paytas, M. J., Fernandes, I., . . . Lorenzini, F. (2019). Caracterización de cuatro variedades de algodón frente a condiciones de estrés salino. *Asociación para la Promoción de la Producción Algodonera Argentina*, *19*(19), 59-63. http://appasantafe.org.ar/edicion-2018-2019/

Zhang, J., Flynn, R., Idowu, O. J., Wedegaertner, T., & Hughs, S. E. (2016). Transgressive Segregation in an Acala Glanded × Acala Glandless Hybrid Population for the Development of Glandless Cotton Germplasm. *The Journal of Cotton Science*, *20*(2), 145–153. http://journal.cotton.org

ANEXOS

Anexo 1.

Datos ordenados para ingreso al SAS. Para todas las corridas se usaron los mismos códigos.

			COMPORTAMIENTO				CARACTERISTICAS				
CODIGOS			FENOLOGICO				MORFOLOGICAS				
Fila	Col	Trat	CIB	CIF	CID	CV	AP	IPS	NN	NM	OC
1	1	A	49	89	153	205	205	7.7	24.7	2.3	11.0
1	2	D	49	88	151	201	201	5.1	24.7	1.3	13.7
1	3	B	49	87	152	201	201	7.3	26.7	2.0	13.3
1	4	E	46	86	152	200	200	6.7	21.0	1.3	8.0
1	5	C	48	86	154	203	203	6.3	22.3	1.7	8.7
2	1	E	48	86	151	197	197	6.7	23.0	1.3	6.7
2	2	C	49	88	153	200	200	6.3	25.0	1.0	16.7
2	3	A	50	90	155	202	202	7.7	22.0	1.7	5.3
2	4	D	47	89	150	199	199	5.1	20.0	2.7	6.3
2	5	B	48	88	152	200	200	6.3	24.0	2.0	8.0
3	1	D	48	86	148	198	198	5.2	23.3	2.0	9.7
3	2	B	46	87	152	197	197	6.3	23.7	1.3	10.7
3	3	E	46	85	150	198	198	7.0	23.7	1.3	8.3
3	4	C	48	87	152	199	199	7.0	24.0	1.3	7.0
3	5	A	47	87	154	201	201	7.3	23.0	1.0	6.7
4	1	C	47	88	150	200	200	7.0	22.3	1.3	6.7
4	2	A	48	86	153	199	199	6.0	24.7	1.0	11.7
4	3	D	47	87	152	196	196	5.5	23.0	2.0	10.0
4	4	B	47	86	151	197	197	7.0	23.3	2.0	8.7
4	5	E	47	84	149	198	198	8.0	24.7	1.0	8.3
5	1	B	46	85	150	196	196	7.3	23.7	1.0	8.3
5	2	E	45	84	148	197	197	8.3	22.0	2.0	7.0
5	3	C	46	87	149	201	201	5.7	18.3	1.3	5.0
5	4	A	46	86	152	200	200	8.0	24.3	2.0	6.7
5	5	D	45	88	149	197	197	5.2	24.0	2.0	10.3

			POTENCIAL DE					CALIDAD				
CODIGOS			RENDIMIENTO					DE FIBRA				
Fila	Col	Trat	RT	PM	AC	IF	IS	LF	UF	MIC	Rd	Gr
1	1	A	3657.5	3.8	2.6	7.4	11.9	36.3	86.2	4.1	68.4	7.1
1	2	D	3254.9	3.6	2.6	7.7	12.3	37.5	90.6	4.1	69.1	7.7
1	3	B	3398	3.7	2.6	7.8	12.5	36.4	87.0	4.1	68.0	7.9
1	4	E	3138.8	3.8	2.7	7.7	12.7	36.7	86.1	3.9	73.4	7.5
1	5	C	3131.6	3.7	2.6	7.4	12.1	36.3	89.2	4.1	72.7	7.5
2	1	E	3113.7	3.8	2.6	7.9	12.7	34.5	90.4	4.0	76.0	7.5
2	2	C	3470.9	3.9	2.6	7.7	11.9	35.2	88.2	4.1	71.0	7.3
2	3	A	3348.9	3.7	2.6	7.5	12.0	34.6	85.4	4.2	75.3	7.5
2	4	D	3513.7	3.8	2.6	7.4	11.7	34.6	88.9	4.2	71.7	7.4
2	5	B	3081	3.8	2.6	7.6	12.1	34.7	91.6	4.2	72.1	7.0
3	1	D	3281.7	4.1	2.7	7.8	13.2	34.8	86.9	3.8	71.8	7.6
3	2	B	3148.5	4.0	2.7	7.3	12.4	34.4	89.1	3.5	72.9	7.9
3	3	E	3215	4.2	2.7	7.7	13.2	34.4	87.5	3.8	72.6	7.1
3	4	C	3171.9	4.3	2.7	7.3	12.3	34.8	87.7	3.7	69.1	6.8
3	5	A	3654.3	4.3	2.7	7.7	13.3	35.7	88.3	3.8	75.3	7.6
4	1	C	2992.4	3.8	2.7	7.3	12.2	33.9	91.0	3.9	74.4	7.7
4	2	A	3721.9	3.8	2.6	7.5	12.1	33.9	88.4	4.0	65.1	6.4
4	3	D	3635	3.8	2.6	7.5	12.0	33.9	88.1	3.8	75.7	8.0
4	4	B	3207.3	4.0	2.6	7.5	12.3	35.9	90.7	3.9	70.2	7.4
4	5	E	3099.3	3.7	2.7	7.2	11.9	33.9	86.3	3.8	70.6	6.8
5	1	B	3395.9	3.7	2.6	7.6	12.0	34.9	90.7	4.1	72.8	7.7
5	2	E	2917	3.9	2.6	7.9	12.5	35.1	88.4	3.9	75.6	7.7
5	3	C	3204.5	3.9	2.6	8.0	12.4	37.8	91.7	4.0	67.9	6.7
5	4	A	3392.5	3.8	2.5	7.2	11.0	35.1	89.7	4.2	75.0	8.0
5	5	D	2739.8	3.8	2.6	7.4	11.7	35.1	91.0	4.1	72.8	8.0

Anexo 2.

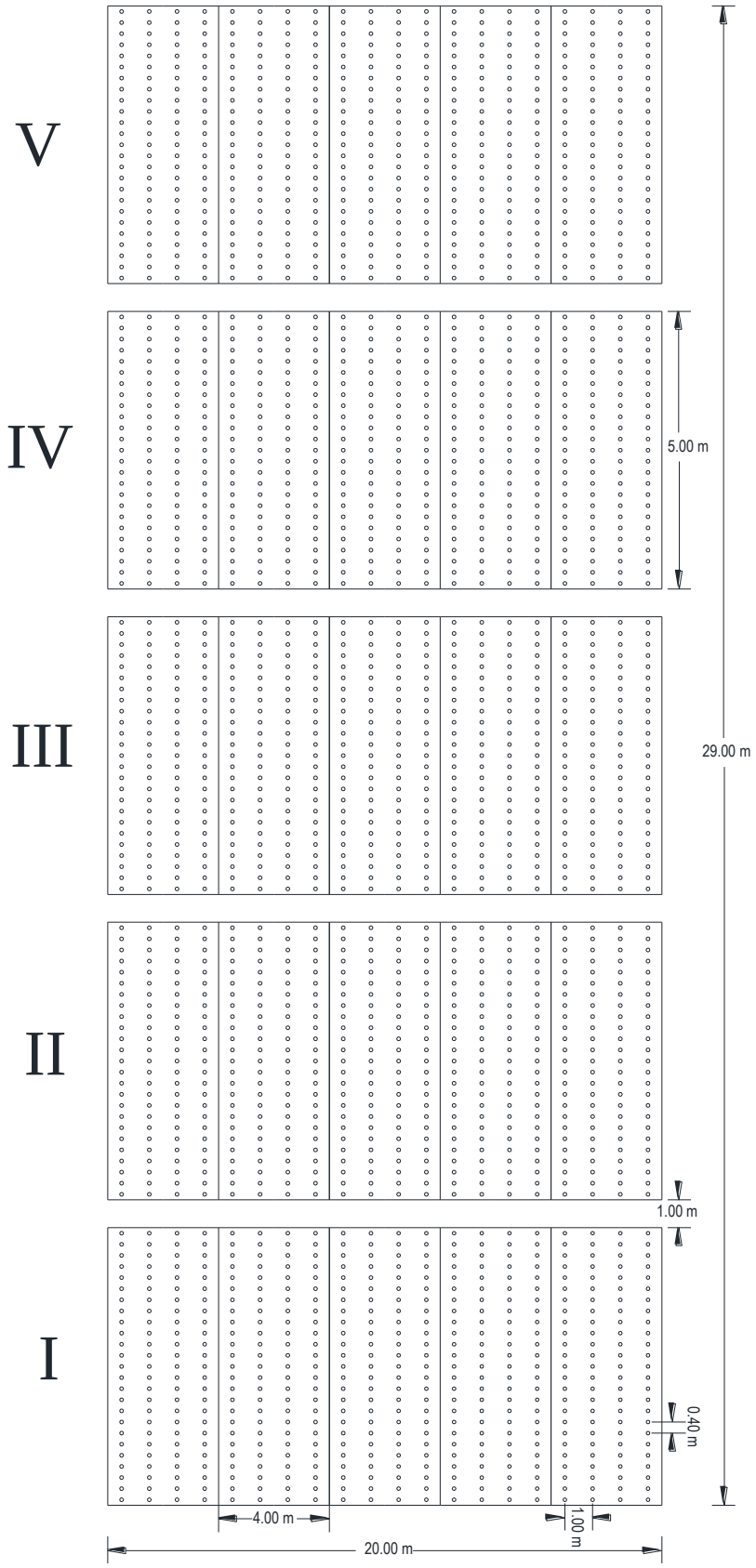
Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADORES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ÍNDICES
Variable independiente	Líneas de algodón IPA de fibra extra larga: T1: IPA 47-07 T2: IPA E3- 61- 10 T3: IPA 32 -07 T4: IPA 34 -09 T5: PIMA IPA 59 testigo		
Variable dependiente			
Comportamiento fenológico	Ciclo al inicio de floración	Desde la siembra hasta la presencia de 50 % de plantas con la primera flor.	N° de días
	Ciclo de floración	Desde el inicio de la floración hasta la formación de las últimas flores.	N° de días
	Ciclo al inicio de la dehiscencia	Desde la siembra hasta la presencia de un 50 % de plantas con una cápsula dehiscente.	N° de días
	Ciclo vegetativo	Desde la siembra hasta el 100 % de dehiscencia de cápsulas.	N° de días
Características morfológicas	Altura de planta	Medida desde la base del tallo hasta el brote terminal.	cm
	Inserción del primer simpodio	Nudo sobre el cual se inserta la primera rama frutera, evaluado sobre los cotiledones.	Escala 0-10
	Nudos en el tallo	Cantidad de nudos en el tallo	Escala 0-10
	Monopodios	Número de ramas vegetativas	Escala 0-10
	Órganos caídos	En las 2 primeras posiciones de las ramas vegetativas y fruteras	Escala 0-10
Potencial de rendimiento	Rendimiento total	Peso de algodón rama de cada parcela experimental.	Kg
	Rendimiento de primera cosecha	Peso de algodón rama de cada parcela.	Kg
	Peso de mota	Peso correspondiente al valor promedio de una muestra de 100 motas tomadas al azar en cada parcela.	gr
	Acude	Número de unidades de algodón rama necesarias para obtener una unidad de algodón fibra.	Escala 0-10
	Índice de fibra	Peso de la fibra de una muestra de 100 semillas tomadas al azar.	gr

	Índices de semilla	Peso de una muestra de 100 semillas tomadas al azar.	gr
Calidad de fibra	Longitud de fibra	Correspondiente a la longitud, evaluada en fibrógrafo digital del 2.5 SL y 50.0 % de las fibras más largas.	mm
	Uniformidad de la fibra	Correspondiente a la relación entre la longitud 50.0 % y la longitud 2.5 SL.	%
	Finura	Evaluada en micronaires, unidad que corresponde al peso de la fibra en microgramos por pulgada.	µg/m
	Reflexión	Expresa la brillantez de la fibra	%
	Grado +b	Expresa la intensidad de amarillamiento de la fibra	HVI

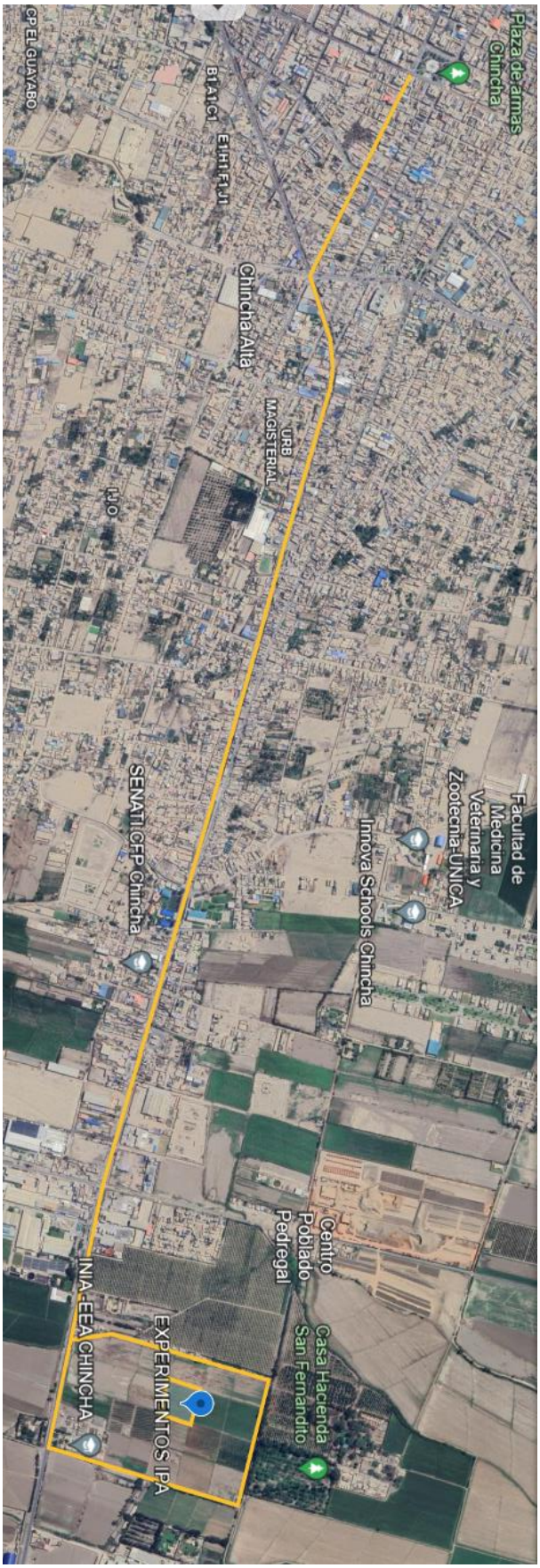
Anexo 3.

Croquis de la parcela experimental



Anexo 4.

Mapa de ubicación de la INIA – EEA Chincha, con el área de experimentos del IPA



Anexo 5.

Escalas de calificación de la fibra.

SISTEMA HVI:, High Volume Instruments (Instrumentos de precisión de alto volumen)

LONGITUD DE FIBRA

TABLA DE CONVERSION DE LONGITUD DE PIMA AMERICANO		
Pulgadas	32 avos	mm
1,20 y más baja	40	30,5 y más baja
1,21 - 1,25	42	30,7-31,6
1,26 - 1,31	44	32,0-33,3
1,32 - 1,36	46	33,5-34,5
1,37 - 1,42	48	34,8-36,1
1,43 - 1,47	50	36,3-37,3
1,48 y más alta	52	37,6 y más alta

UNIFORMIDAD DE LA FIBRA

GRADO DE UNIFORMIDAD	*INDICE DE UNIFORMIDAD DE LA LONGITUD HVI (%)*
Muy alta	Arriba de 85
Alta	83 – 85
Intermedia	80 – 82
Baja	77 – 79
Muy Baja	Debajo de 77

MICRONAIRE

MICROGRAMOS POR PULGADA	DESCRIPCION
Menos de 3.0	Muy Fino
3.1-3.9	Fino
4.0-4.9	Medio
5.0-5.9	Grueso
Mayor de 6.0	Muy Grueso

RELACION DE LECTURAS MICRONAIRE A VALOR DE MERCADO				
3,4 e inferior	3,5 - 3,6	3,7 - 4,2 Rango de premio	4,3 – 4,9	5,0 y superior
		Rango de base		
		Rango de descuento		

REFLEXION (Rd)

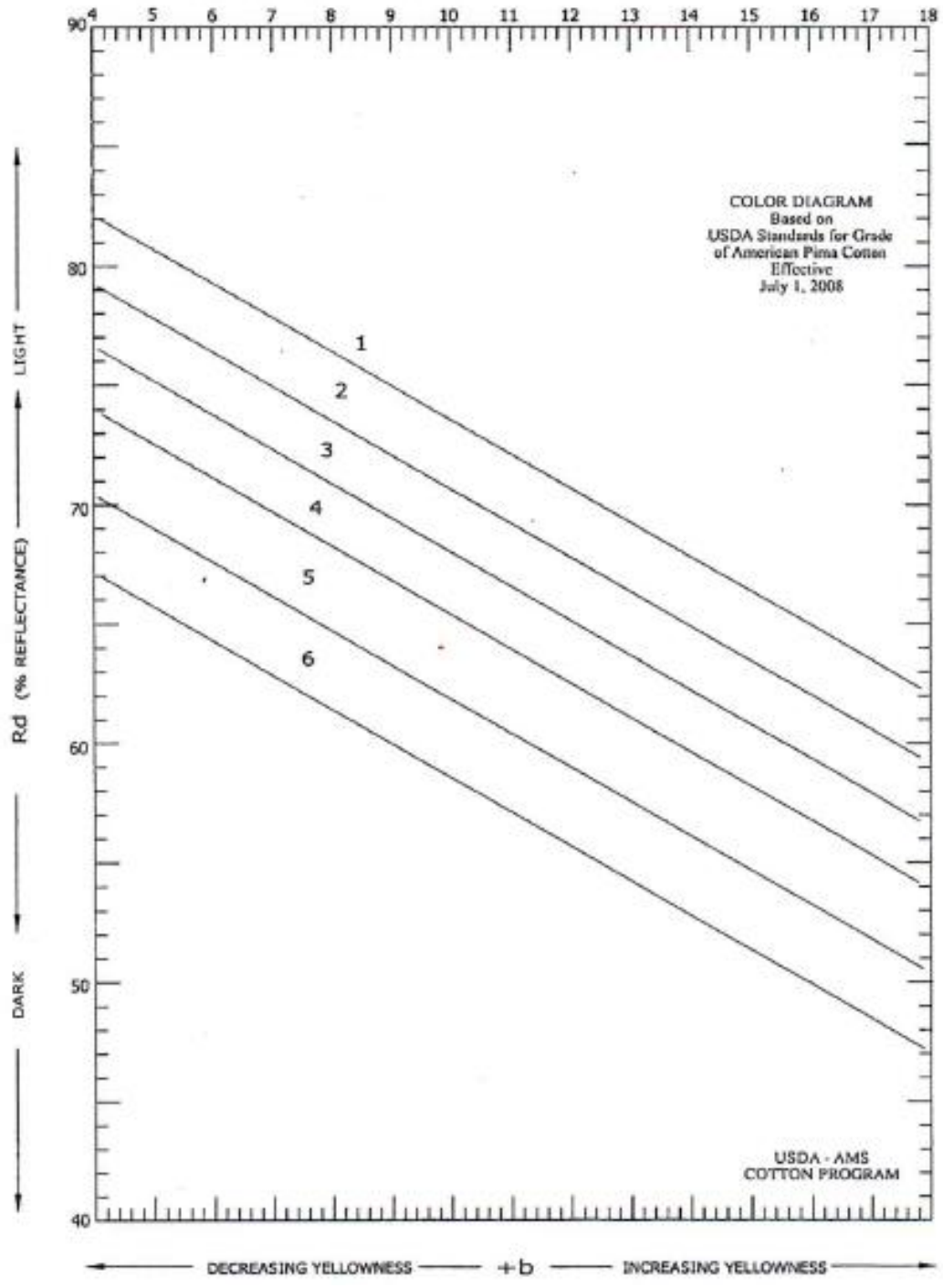
PORCENTAJE	DESCRIPCION
TANGUIS	
Menos de 74	Baja
75-77	Promedio
78 a Mas	Buena

AMARILLAMIENTO (+b)

PORCENTAJE	DESCRIPCION
TANGUIS	
Mas de 10	Malo
9-10	Promedio
Menos de 10	Bueno

Fuente Empresa Algodonera S.A. – Lima.

GRADOS DE COLOR HVI PARA ALGODÓN PIMA AMERICANO



Fuente Empresa Algodonera S.A. – Lima.

Anexo 6.

Panel fotográfico**.**

Figura N° 1. Emergencia de plántulas y aparición de hojas cotiledonales a los 4 dds.



Figura N° 2. Plántulas con hojas cotiledonales y aparición de hojas verdaderas a los 9 dds.



Figura N° 3. Plantas a los 20 dds.



Figura N° 4. Ciclo de inicio de botonaje



Figuras N° 5 y 6. Ciclo de inicio de floración



Figura N° 6.



Figura N° 7. Ciclo de inicio de dehiscencia



Figuras N° 8. Cosecha de motas



Figura N° 9. Cosecha de motas



Anexo 7.

Constancia de similitud**.**

CONSTANCIA DE SIMILITUD

Características agronómicas de cuatro líneas mejoradas PIMA IPA de algodón (Gossypium barbadense L.) de fibra extralarga, en el distrito de Chincha, departamento de Ica

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	6%	1%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	docplayer.es Fuente de Internet	1%
3	www.undc.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	ipaperu.org Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Activo		