Peruvian Journal of Innovation and Productive Transference
Innovation PT Peru

“Estudio de adaptación del cultivo de piña (Ananas comusus l) MD 2, cv. Golden bajo tres dosis de fertilización y tres densidades con riego por goteo, en suelos arenosos de Piura.”

“Adaptation study of pineapple cultivation (Ananas comusus l) MD 2, cv. Golden under three doses of fertilization and three densities with drip irrigation, in sandy soils of Piura”

Arturo Arbulú Zuazo, Luis Llanos Cabanillas, Henry Robles Cueva, Luis Fernando Chinchay Huamán, Walter Ruiz Estrada

Resumen

Se buscó adaptar un cultivo de clima tropical, suelo ácido y temperatura máxima de 30°C y 15°C de mínima, con precipitaciones de hasta 2000 mm (Selva Central), a un terreno arenoso, básico, con temperatura máxima de 39°C y 14°C de mínima, con precipitaciones de hasta 103.2 mm o con Niño alrededor de 2148 mm. Logrando una productividad y rentabilidad que lo haga viable, para la demanda local de fresco y “fabrica” para las empresas transformadoras.

Los objetivos fueron: Evaluar la fenología del cultivo de piña con tres dosis de fertilización y tres diferentes densidades de siembra, dividiendo las pruebas en 1 Ha; determinar la mejor combinación que influya en un mejor crecimiento, desarrollo del cultivo y los frutos en la cosecha; en un terreno arenoso piurano, del valle de Cieneguillo sur, margen derecha a 29 m.s.n.m.

Para el ensayo en campo se analizaron variables de crecimiento realizando 3 análisis por unidad para los ensayos destructivos y 7 para los no destructivos; para el foliar o asimilación tomando 8 hojas por tratamiento en 3 periodos; también se analizaron variables de producción del fruto, analizando 200 frutos por tratamiento, rendimiento por unidad experimental, grados brix y porcentaje de acidez en fruto. Todo empleando riego tecnificado y fertilización de macro nutrientes foliar.

En función a la interacción de los tratamientos en estudio (D: Densidad de siembra, T: Tratamiento de fertilización; 1: Bajo, 3: Alto) las combinaciones D1T1, D1T2 y D1T3 presentan menores costos por kg producido, con S/1.58, S/1.36 y S/1.13 respectivamente.

Palabras claves: piña de trópico seco, piña de costa, fenología, fertirriego, densidades de siembra, productividad, rendimiento económico.

Abstract

The aim was to adapt a crop with a tropical climate, acid soil and a maximum temperature of 30°C and a minimum of 15°C, with rainfall of up to 2000 mm (Selva Central), to a sandy, basic soil, with a maximum temperature of 39°C and a minimum of 14°C, with rainfall of up to 103.2 mm or with Niño around 2148 mm. Achieving a productivity and profitability that makes it viable for the local demand for fresh produce and "factory" for the processing companies.
The objectives were: To evaluate the phenology of the pineapple crop with three doses of fertilization and three different planting densities, dividing the trials in 1 Ha; to determine the best combination that influences better growth, crop development and fruit at harvest; in a sandy Piuran soil, in the southern Cieneguillo valley, right margin at 29 m.a.s.l.
For the field trial, growth variables were analyzed by performing 3 analyses per unit for the destructive trials and 7 for the non-destructive trials; for foliar or assimilation, taking 8 leaves per treatment in 3 periods; fruit production variables were also analyzed, analyzing 200 fruits per treatment, yield per experimental unit, brix degrees and fruit acidity percentage. All using technical irrigation and foliar macro nutrient fertilization.
Based on the interaction of the treatments under study (D: Planting density, T: Fertilization treatment; 1: Low, 3: High), the combinations D1T1, D1T2 and D1T3 showed lower costs per kg produced, with S/1.58, S/1.36 and S/1.13 respectively.

Keywords:
Dried tropic pineapple, coast pineapple, phenology, fertigation, planting densities, productivity, economic performance.

Introducción

Este análisis buscó determinar la factibilidad económica del cultivo de piña Golden en las zonas arenosas de Piura, en su parte costera, de cara a los resultados de la tesis “Estudio de adaptación del cultivo de piña (ananas comusus l) MD 2, cv. Golden bajo tres dosis de fertilización y tres densidades con riego por goteo, en suelos arenosos de Piura.” La cual analizó los factores de Densidad de siembra “D” y el Tratamiento de fertilización “T”, optando por 3 variaciones en cada uno, luego analiza los resultados en la fenología de la planta y en el fruto resultante, analizando las relaciones entre ellos y su relevancia estadística; pero además se analizan los resultados económicos, que aunque fueron influenciados por costos afectados por el uso intensivo de mano de obra y el costo del traslado de semilla de la selva central, han demostrado la viabilidad del cultivo en Piura; aunque es evidente que queda pendiente optimizarlo mecanizando los procesos que lo permitan y empleando semilla local generada de la primera prueba o las clonadas por el CITEagro Piura.

Ya hubo un primer intento de adaptar la piña Golden a Piura, pero en Alto Piura, aunque no hemos encontrado ningún documento que lo sistematice, solo una referencia de producción de piña en el alto Piura (CEDIR-CIPCA, Cabrejos Vásquez, Carlos Actualización del mapa regional del sector agrario Piura - Piura: CIPCA, 2011, p.) aunque se sabe que la Empresa Saturno fue la que lo intentó, aparentemente con fines de exportación y no prosperó, dejando en el colectivo local

algunas buenas prácticas adoptadas, como tapar las plantas cuando el fruto está en crecimiento, para mejorar la forma, con malla raschel de 50%.

Este emprendimiento y análisis ha demostrado la factibilidad fenológica y rentable del cultivo, lográndose producciones por Ha (Extrapolando) superiores a las obtenidas en la Selva Central, aunque con costos mayores, pero se compensa con el flete que se ahorra, además se podrá continuar optimizando el proceso. Se logra la menor productividad y menor costo de producción, con la densidad baja y menor fertilización con 80.4 TM/Ha, con un costo de S/62,184.18/Ha y la mayor productividad con el mayor costo de producción, con la densidad alta y mayor fertilización con 95.8 TM/Ha, con un costo de S/ 114,266.70 /Ha. En todas las pruebas, se logró superar el rango de producción de la Selva Central, en donde emplean una densidad baja de 40,000 plantas por Ha, con producciones entre 70 y 80 TM/Ha y costos de producción entre S/ 48,000.00 y S/ 55,000.00 por Ha, según información de la empresa FRUNATURE PERÚ SAC, proveedora de las semillas en Satipo-Junín.

Analizando, el tamaño de fruto y su valor en el mercado, el mayor rendimiento económico (S/ por Ha) resulta la densidad media y fertilización baja, sin embargo, al analizar los datos con los costos de producción, resulta que la densidad baja y la fertilización baja, es la que genera mayor beneficio respecto a la inversión (costo), con un beneficio respecto al costo de 1.58 (T1D1) y el peor resulta la densidad alta con fertilización alta, con un Beneficio respecto al costo de 0.58 (T3D3).

Cabe mencionar que esta adaptación se realiza con procesos sin mecanizar (mano de obra intensiva) y costos de semilla altos, por la distancia al origen; por lo que estos resultados son factibles de optimizar, sin embargo, demuestran la rentabilidad incluso con estas condiciones.

MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales: material vegetativo (hijuelos basales)., machete, wincha, vernier, libreta de campo, marcadores, plumones, USB.
Equipos: Riego tecnificado y su sistema de riego, cámara fotográfica, Laptop, calculadora, mochila de fumigación, balanza

METODOLOGÍA

Información meteorológica
Los datos meteorológicos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica Agrícola Principal FDF Cieneguillo Sur, propiedad del fundo donde se reportaron los siguientes datos climatológicos: temperatura, precipitación pluvial, humedad relativa, horas de sol y evaporación total.

Análisis físico-químico del Suelo
Previo a la aplicación de los tratamientos, se tomaron varias muestras de suelo en el área donde se ejecutó la investigación, a una profundidad de 30 cm., las cuales se homogenizaron y por la técnica del cuarteo se obtuvo una muestra representativa de 1 kg. El análisis se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería de Minas - Universidad Nacional de Piura.

Conducción del cultivo

Preparación de suelo y sistema de plantación

Se realizó una labor y homogénea hasta una profundidad de al menos 35 cm, con el fin de permitir la exploración por las raíces de todo ese horizonte. Los cultivos mecanizados como la piña necesitan de terrenos suficientemente planos. Las densidades de siembra en una plantación fueron tres: alta (60 000 plantas/ha), media (50 000 plantas/ha) y baja (40 000 plantas/ha). Las plantaciones se realizaron con líneas dobles en un surco.

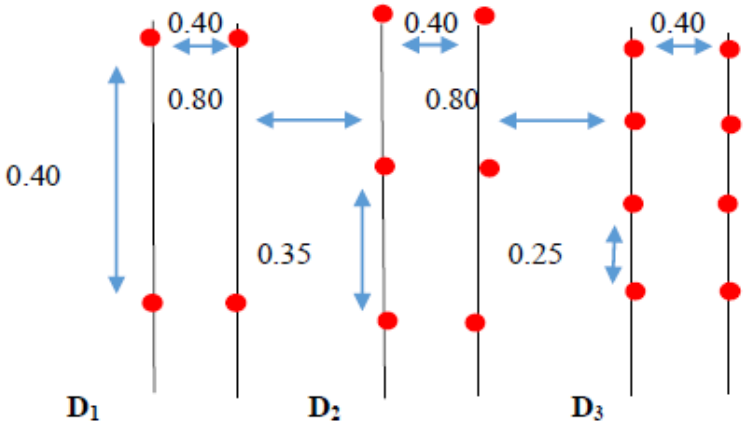

Figura 1.- Distanciamiento entre surcos, líneas y plantas.

Distanciamientos

- Entre surcos mellizos: 0.80 m
- Entre líneas: 0.40 m
- Entre plantas:
  Densidad baja: 0.40 m (40 000 plantas/ha)
  Densidad media: 0.35 m (50 000 plantas/ha)
  Densidad alta: 0.25 m (60 000 plantas/ha

Adquisición, selección, acopio y transporte de semilla de piña MD2 seleccionada provenientes de Selva Central

Se realizó la evaluación, identificación y selección de cepas de piña de alto rendimiento productivo, ausencia de enfermedades y calidad de fruto. Siempre teniendo en cuenta los cultivares zonales (eco tipos), calidad de suelo y manejo recibido. Posteriormente, se realizó la adquisición de hijuelos basales ("semilla") de piña de las zonas donde se ha ubico los cultivares de alta calidad, y se realizó las labores previas de selección y acopio de dicho material. Luego de ello, se realizó el transporte (bajo determinados protocolos que serán sistematizados) desde la zona de selva central (trópico húmedo) hacia la parcela ubicada en el distrito de Piura (trópico seco) para su adaptación y cultivo.

Acondicionamiento de la parcela experimental.
Se realizó el acondicionamiento del lugar seleccionado en función de términos agronómicos, para la instalación de la parcela piloto de cultivo de piña. Se consideró un área de 01 ha (10 000 m2) para la distribución de las diferentes parcelas de evaluación, considerando el tamaño adecuado para dar validez técnica, metodológica y obtener información válida para el escalamiento comercial en la siguiente etapa de la producción de piña.

Implementación y ejecución de los ensayos con los tratamientos a experimentar en el cultivo de piña MD2
Se procedió a aplicar al cultivar una serie de procesos planificados a lo largo del cultivo y coincidió la adopción de tecnologías en los diferentes sistemas de producción (intensivo, uso de sistemas de riego) de manera que se minimicen los problemas que se presentan en el manejo del cultivo, y además se tenga flexibilidad en hacer los cambios en situaciones particulares que se presenten en el desarrollo del cultivo.

Se hace necesario validar para la zona seleccionada de Piura, los conocimientos existentes de la fenología (crecimiento) y fisiología de la variedad de piña MD2, bajo las condiciones de suelo, el sistema agroecológico imperante y el tipo de manejo. Para evaluar el desarrollo del cultivo en las parcelas de evaluación determinadas previamente, se aplicó un diseño experimental denominado "Bloques Completos al Azar" en parcelas divididas, con prueba de homogeneidad de variancia de los errores de cada experimento y análisis combinado.

En parcelas se evaluó el factor densidades; en sub-parcelas las dosis de fertilización. La unidad experimental estará conformada por un área de 16.8 m2. Se evaluaron 02 factores, que son importantes en el manejo que se está planteando que son:

i) Densidades de siembra de piña.
   a. D1 : 40 000 plantas por ha
   b. D2 : 50 000 plantas por ha
   c. D3 : 60 000 plantas por ha

ii) Dosis de fertilización
   a. T1 : Dosis baja
   b. T2 : Dosis media
   c. T3 : Dosis alta

Tabla 1.- Dosis de fertilización ensayadas

	NITRÓGENO	FÓSFORO	POTASIO
DOSIS BAJA	40	80	190
DOSIS MEDIA	80	160	380
DOSIS ALTA	120	240	570

Para la aplicación de fertilizantes se utilizaron tres dosis, con fertilizantes solubles dispuestos en fertirriego, tales como se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2.- Dosis con fertilizantes solubles ensayadas en el fertirriego

	FUENTES	DOSIS BAJA (KG)	DOSIS MEDIA (KG)	DOSIS ALTA (KG)
NITRÓGENO	Allganic Nitrógeno 16%	150	300	500
	Multi Compost Nitrógeno 8%	200	400	500
FÓSFORO	FosfoMAx WP 30%	267	534	800
POTASIO	Allganic Potasium 52%	365	731	1097

Adicionalmente se aplicó de forma uniforme para ambos tratamientos 50 000 kg de compost. En todos los cultivos se mantuvo constante el uso de Buenas Prácticas Agrícolas (GAP), el Manejo Integral de Plagas (MIP), etc. Para cada tratamiento se tuvo en consideración el proceso fenológico y su sucesión en el tiempo. Ello se realizó con la finalidad de no complicar el análisis de resultados y sus interacciones. Este Sistema de Manejo Agrícola (SMA) en piña, se aplicó a todos los tratamientos a ser evaluados y validados en las parcelas de producción de piña, bajo diferentes sistemas de producción, minimizando riesgos y aleatoriedad por manejo.

PARÁMETROS EVALUADOS

Parámetros de crecimiento:
- Peso fresco y peso seco por planta (Materia seca)
- Área foliar
- Ancho de la hoja “D”
- Tasa de crecimiento relativo

- Altura de planta
- Numero de hojas por planta
- Diámetro de tallo

Parámetros de producción:
- Peso promedio de fruto
- Rendimiento por UE (Unidad experimental)
- Grados brix y porcentaje de acidez en fruto
- Análisis económico

Peso fresco
Se procedió a sacar 02 plantas/unidad experimental, a las cuales se les eliminó la raíz y se procedió a pesar la planta con una balanza de precisión, para de esta manera tener el peso fresco, con el fin de elaborar curvas de producción de masa verde en función del tiempo. Se realizaron evaluaciones de manera periódica cada 50 días después de la siembra, haciendo un total de 3 evaluaciones.

Peso seco por planta
De las 02 muestras de plantas/unidad experimental que fueron pesadas en fresco, se picaron y se introdujeron en una funda de papel y se llevaron a la estufa a una temperatura de 60 °C. Después de 07 días se procedió a sacar las muestras de la estufa con la finalidad de determinar el peso seco de las muestras. Con estos datos también se determinó el índice de materia seca a lo largo del tiempo. Para ello se realizaron evaluaciones de manera periódica cada 50 días después de la siembra, haciendo un total de 3 evaluaciones.

Área foliar
Se tomaron 02 hojas/tratamiento, cada 30 días, haciendo un total de 07 evaluaciones a lo largo del trabajo de investigación. Este parámetro sirvió para elaborar una secuencia de área foliar a lo largo del crecimiento de la planta. Para determinar el área foliar del cultivo se cortó de ambas hojas una superficie conocida (25 cm2) y se pesó en una balanza de alta precisión, posteriormente se pesó toda la hoja completa y por relación de pesos se determinó el área total de la hoja. Finalmente se hizo una última evaluación a los 275 DDS.

Ancho de hoja “D”
Se evaluaron 02 hojas/tratamiento, cada 30 días, haciendo un total de 07 evaluaciones a lo largo del trabajo de investigación. Este parámetro sirvió para elaborar una secuencia en mm del ancho de hoja “D” a lo largo del crecimiento de la planta. Para determinar este parámetro se midió de ambas hojas el mayor ancho con ayuda de un vernier para mayor precisión. Finalmente se hizo una última evaluación a los 275 DDS.

Tasa de crecimiento relativo (TCR)
Dado que es imposible realizar medidas de la biomasa seca de una misma planta en distintos momentos (ya que es una medición destructiva), TCR se calcula a partir de muestreos de plantas diferentes a lo largo del período experimental.

La fórmula para calcular: TCR = (lnW2-lnW1)/ (t2 –t1)

Estas evaluaciones se realizaron de manera periódica cada 50 días después de la siembra, haciendo un total de 3 evaluaciones.

Altura de planta, número de hojas y diámetro de tallo
Con el uso de una cinta métrica se tomó la altura de las plantas previamente etiquetadas y el número de hojas/planta. Con el vernier se midió el diámetro. Estas evaluaciones se realizaron a lo largo del ensayo para de esta manera tener una secuencia del crecimiento de la planta. Estas evaluaciones se realizaron de manera periódica cada 25 días después de la siembra, haciendo un total de 7 evaluaciones. Finalmente se hizo una última evaluación a los 275 DDS.

Contenido de extracción de nutrientes (análisis foliares)
Se tomaron 8 hojas por tratamiento, dando un total de 72 hojas por evaluación, se realizaron 3 evaluaciones a partir del segundo mes después de la siembra para elaborar curvas de absorción de nutrientes y así determinar la dosis ideal de fertilización. Esta evaluación se realizó cada 50 días a lo largo del proyecto haciendo un total de 03 evaluaciones

Metodología de los análisis foliares

Procedimiento de toma de muestras en campo
Se define el lote en el cual se va a tomar la muestra. La unidad muestral viene a ser la Hoja “D” cuya base es cuadrada a partir del centro de la roseta (es la hoja más larga). Se toma una de las dos hojas correspondientes al estado “D”. El número de plantas a muestrear es de 25 por ha.

Metodología en laboratorio:

- **Nitrógeno en base seca:** AOAC Official Method 990.03, 21st Ed. 2019 Protein (Crude) in animal feed. (VALIDADO - Fuera del Alcance)
- **Fósforo - ICP OPTICO - POICP_OP14:** AOAC Official Method 2013.06: 21th Ed. 2019 Arsenic, Cadmium, Mercury, and Lead in Foods Pressure Digestion and Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (VALIDADO - Modificado) 2017
- **Potasio - ICP OPTICO - POICP_OP14:** AOAC Official Method 2013.06: 21th Ed. 2019 Arsenic, Cadmium, Mercury, and Lead in Foods Pressure Digestion and Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (VALIDADO - Modificado) 2017

Parámetros de Producción:

Peso promedio de fruto
Se tomó un promedio de 200 frutos por tratamiento. Se pesaron cada uno de ellos y se hizo un promedio entre peso total y número de frutos, dando este parámetro de producción para cada uno de los tratamientos en estudio.

Rendimiento por hectárea

De acuerdo a las densidades de siembra que corresponde a cada tratamiento en estudio, se evaluó el rendimiento en toneladas producidas por hectárea de cada tratamiento.

Grados brix y Porcentaje de acidez de fruto

Para estos parámetros se utilizó refractómetro digital pal-bx/acid9 piña brix-acidez kit (7109), marca atago®. Se pesa 1 gr de jugo de fruta y finalmente se lleva a ras completándose con agua destilada hasta los 50 gr, se mezcla y se coloca dos gotas de esta solución en el refractómetro para evaluar parámetros de acidez.

Análisis económico

Se consideró un estimado de producción de acuerdo al número de plantas de cada densidad, al calibre de fruto, ya que de este depende mejor precio en el mercado local, finalmente se estimó el costo de producción de acuerdo a los diferentes niveles nutricionales y número de plantas por densidad. Con estos datos se obtuvo el B/C para cada tratamiento en estudio.

Resultados

Temperatura

El umbral de temperatura ideal para el cultivo de piña es de 18 ºC a 32 ºC, temperaturas mayores a 32 ºC producen quemaduras y daños en la calidad del fruto; las temperaturas bajas generan floración espontánea, generando picos de producción, eliminando el control de la oferta, afectando al valor de venta.

Es importante también mencionar que ha habido un promedio de temperatura media de 23.83 ºC, temperatura mínima de 17.79 ºC y máxima de 33.20 ºC. Un grado arriba y abajo después del umbral ideal del cultivo. Esto se compensó cubriendo el cultivo con maya raschel al 50%, evitando quemaduras, generando un fruto mejor formado y sin quemaduras.

Tabla 3.- Temperaturas mínimas y máximas durante el tiempo que duro la investigación, Julio 2019 hasta Junio 2020.

FECHA	Tº MINIMA	Tº MEDIA	Tº MAXIMA
Jul-19	12.6	20.7	29.6
Ago-19	15.2	20.1	30.4
Set-19	15.8	20.7	30.6
Oct-19	15.8	21.2	32.2
Nov-19	17.6	22.6	32.1
Dic-19	19.6	25	33.4
Ene-20	20.4	26.82	36.1
Feb-20	21.2	27.75	36.2
Mar-20	21.2	28.3	37.1
Abr-20	20.2	26.74	37.1
May-20	17.8	24.58	33.7
Jun-20	16.10	21.50	29.90
PROMEDIO	17.79	23.83	33.20

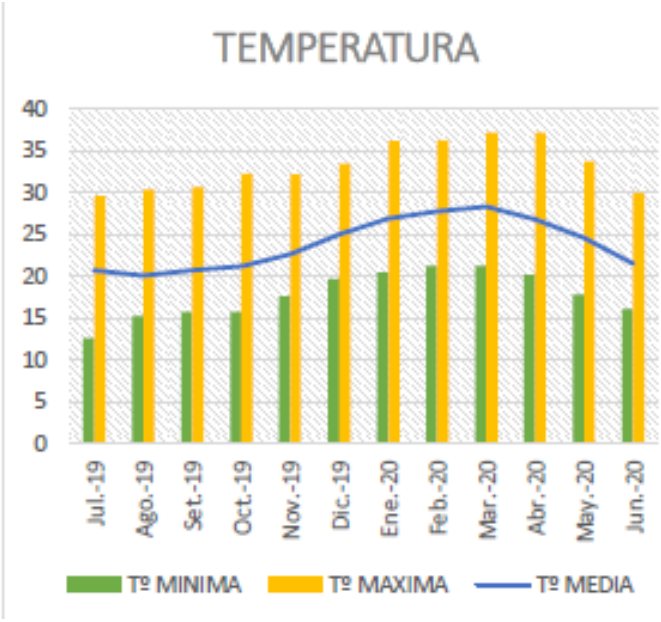

Figura 2.- Temperaturas durante todo el desarrollo de la investigación.

Precipitación

La Piña es un cultivo de zona tropical altamente tolerable a condiciones de estrés, se desarrolla en zonas variables que oscilan entre 600-4000 mm/anuales, pero la producción optima se obtiene bajo condiciones entre 1000-1500 mm/anuales.

Tabla 4.- Precipitación (mm/mes) durante el tiempo que duro la investigación, Julio 2019 hasta Junio 2020.

FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
Jul-19	0.30
Ago-19	0.00
Set-19	0.00
Oct-19	0.80
Nov-19	0.50
Dic-19	12.20
Ene-20	0.00
Feb-20	0.40
Mar-20	0.20
Abr-20	2.40
May-20	0.40
Jun-20	0.60
SUMA	17.95

El riego tecnificado instalado compensa el déficit de lluvias.

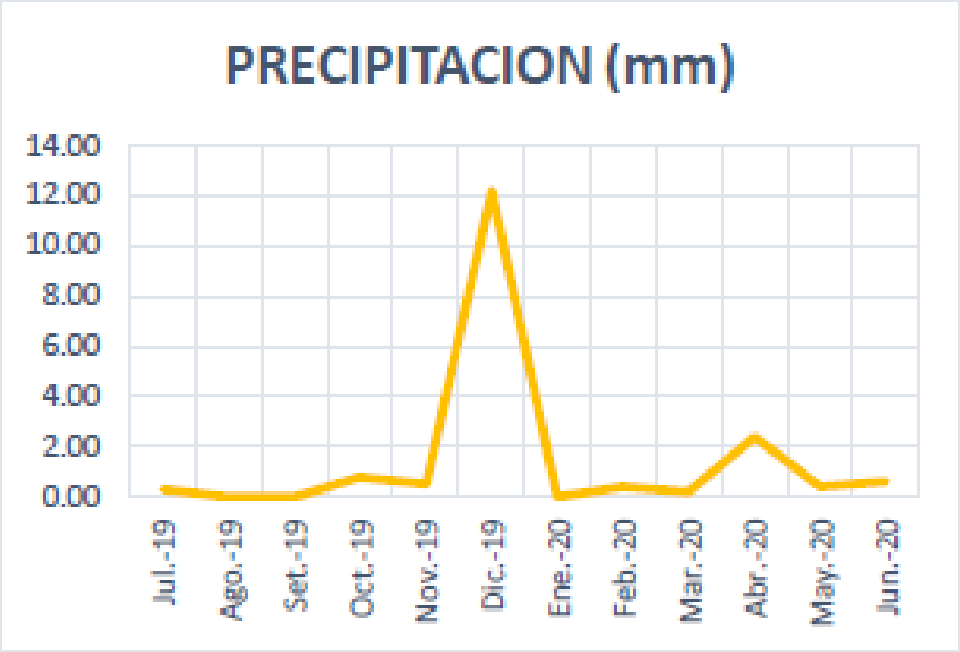

Figura 3.- Precipitación (mm/mes) durante el tiempo que duro la investigación, julio 2019 hasta junio 2020.

Caracterización del suelo

De acuerdo a los resultados del análisis que aparecen en la Tabla 5, se muestra que este suelo es Arenoso, esta característica se debe tener en cuenta para la distribución de agua y fertilización del cultivo. Presenta un pH adecuado, cercano a la neutralidad; su % $CaCO_3$ es bajo, el nivel de MO es sumamente bajo, lo cual

responde al nivel inexistente de Nitrógeno; niveles de K y P también bajos; niveles de Ca, Mg y Na bajos.

Tabla 5.- Resultados del análisis de suelo realizados en la Universidad Nacional de Piura

DETERMINACIÓN	RESULTADO
CE (dS/m)	0.48
pH	7.06
Calcáreo (% $CaCO_3$)	0.14
Materia Orgánica (%)	0.10
N total (%)	0.00
P disponible (ppm)	6.00
K asimilable (ppm)	56.00
Clase textural	ARENA
% Arena	93.00
% Limo	3.00
% Arcilla	4.00
CIC (meq/100 g)	3.16
Ca^{++}	2.06
Mg^{++}	0.71
K^{+}	0.27
Na^{+}	0.12

PARÁMETROS EN ESTUDIO

Materia seca

Los valores encontrados para este parámetro se expresan en la Tabla 6 en el que se presenta el resumen de los Cuadrados Medios (CM) y la significación estadística del % de materia seca en la planta en las 03 evaluaciones.

Se puede apreciar que los CM en las 03 evaluaciones no existen diferencias estadísticas para efecto de bloques.
En cuanto a los tratamientos se aprecia que en las dos primeras evaluaciones no hubo diferenciación estadística, y en la última evaluación hubo significación estadística de 5%.
En cuanto a las densidades de siembra se aprecia que en la primera y segunda evaluación no existen diferencias significativas. En la tercera evaluación existe alta significación estadística.

En nutrición no hay significación estadística a lo largo de todo el proceso fenológico en estudio.

En la interacción de dosis x nutrición se aprecia que no existe significación estadística en ninguna de las evaluaciones realizadas cuantificándose coeficientes de variabilidad de 6.76, 8.52 y 12.41 para las evaluaciones del 1 al 3 respectivamente

Tabla 6.- Resumen de los cuadrados medios y la significación estadística en el % de materia seca de la planta durante las 03 evaluaciones

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CM1	SIGN	CM2	SIGN	CM3	SIGN
Bloques	3	1.885	N.S	3.896	N.S	5.225	N.S
Tratamientos	8	2.502	N.S	3.421	N.S	12.270	*(5%)
Densidades de Siembra	2	1.726	N.S	5.561	N.S	35.115	**(1%)
Nutrición	2	2.233	N.S	7.515	N.S	3.885	N.S
D x N	4	3.024	N.S	0.303	N.S	5.041	N.S
Error experimental	24	2.048		2.919		5.079	
TOTAL	35						
CV (%)		6.76		8.52		12.41	

Para los efectos principales de densidad de siembra sobre el % de materia seca en planta durante las 03 evaluaciones, presentamos los valores en la Tabla 7.

En las 02 primeras evaluaciones se puede apreciar que no existe diferencias significativas, sin embargo, en la tercera y última evaluación se encuentra que la densidad baja (D1) todas superan a las densidades D2 y D3 respectivamente variando los promedios de 16.27% a 18.64 %; sin embargo, para el efecto estadístico D1 y D3 son estadísticamente iguales.

Para el efecto de dosis nutricional se puede apreciar que en la primera evaluación no existe significación estadística entre ellos. En la segunda evaluación si existe significación estadística siendo la dosis baja T1 con 20.85% y T3 con 20.01% superior a la T2 que obtuvo 19.27%. Finalmente, en la tercera evaluación no hay significación en cuanto a dosis de nutrición.

Tabla 7.- Resumen del efecto estadístico de las densidades de siembra en el % de materia seca de la planta durante las 03 evaluaciones

	1° EVALUACION		2° EVALUACION		3° EVALUACION	
	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN
DENSIDAD BAJA (D1)	20.73	a	19.27	a	19.59	a
DENSIDAD MEDIA (D2)	21.31	a	20.54	a	16.27	b
DENSIDAD ALTA (D3)	21.44	a	20.33	a	18.64	a

Área foliar

Los valores encontrados para esta determinación se expresan en la Tabla 8 en la que se presenta el resumen de los CM y la significación estadística del área foliar de planta en dm2 en las 8 evaluaciones. Para efecto de bloques se puede inferir sólo en las 04 primeras evaluaciones existen diferencias altamente significativas en las primeras 03 y significativas (5%) en la cuarta, en las otras evaluaciones no existen diferencias estadísticas para este efecto.

Tabla 8.- Resumen de los cuadrados medios y la significación estadística del área foliar de planta (dm2) durante las 08 evaluaciones

FUENTES DE VARIACION	GL	CM1	SIG	CM2	SIG	CM3	SIG
Bloques	3	117.588	**(1%)	165.359	**(1%)	202.547	**(1%)
Tratamientos	8	61.891	*(5%)	289.388	**(1%)	289.388	**(1%)
Densidades de Siembra	2	210.195	**(1%)	866.967	**(1%)	866.967	**(1%)
Nutrición	2	19.644	N.S	86.110	N.S	86.110	N.S
D x N	4	8.862	N.S	102.237	*(5%)	102.237	*(5%)
Error experimental	24	24.174		28.711		29.994	
TOTAL	35						
CV (%)		12.88		11.89		11.48	

CM4	SIG	CM5	SIG	CM6	SIG	CM7	SIG	CM8	SIG
234.428	*(5%)	165.531	N.S	17.329	N.S	12.101	N.S	1663.938	N.S
203.129	*(5%)	542.873	**(1%)	606.860	**(1%)	1037.760	**(1%)	11287.783	**(1%)
629.481	**(1%)	1979.980	**(1%)	1679.938	**(1%)	3031.445	**(1%)	16027.888	**(1%)
134.321	N.S	169.725	N.S	560.968	**(1%)	909.070	*(5%)	26748.063	**(1%)
24.358	N.S	10.893	N.S	93.267	N.S	105.262	N.S	1187.590	N.S
64.487		78.644		81.088		220.613		1438.650	
17.35		16.99		15.39		17.86		16.83	

En cuanto a los tratamientos se puede apreciar que en la primera y cuarta evaluación si hubo diferenciación estadística (5%), a su vez en las demás evaluaciones si se logró apreciar alta significación estadística.

En cuanto a las densidades de siembra se aprecia que en las ocho evaluaciones existen diferencias altamente significativas respectivamente.

En nutrición no hay significación estadística hasta la sexta evaluación donde se encontraron diferencias altamente significativas, en la séptima evaluación se encontraron significación de 5% y finalmente en la octava se halló alta significación estadística

En la interacción de dosis x nutrición se aprecia que no existe significación estadística, salvo en la segunda y tercera evaluación que presenta una significancia de 5%, cuantificándose coeficientes de variabilidad de 12.88, 11.89, 11.48, 17.35, 16.99, 15.39, 17.86 y 16.83, todas en % para las evaluaciones del 1 al 8 respectivamente.

Tabla 9. Resumen del efecto estadístico de tratamientos en estudio en el parámetro Área foliar de la planta durante las 08 evaluaciones

	1ª EVALUACION		2ª EVALUACION		3ª EVALUACION		4ª EVALUACION	
TRATAMIENTO	MEDIA	DUNCAN	MEDIA	DUNCAN	MEDIA	DUNCAN	MEDIA	DUNCAN
D1T1	41.358	ab	53.588	b	55.815	b	53.010	ab
D1T2	41.883	ab	48.113	bc	50.343	bc	50.138	abc
D1T3	45.740	a	62.968	a	65.198	a	59.820	a
D2T1	34.303	b	36.533	d	38.765	d	40.890	bc
D2T2	34.610	b	40.840	cd	43.073	cd	38.520	c
D2T3	37.288	b	43.518	cd	45.748	cd	41.395	bc
D3T1	35.498	b	41.728	cd	43.958	cd	40.755	bc
D3T2	37.250	b	40.480	cd	42.710	cd	42.933	bc
D3T3	35.685	b	37.915	d	40.145	d	49.085	abc

5ª EVALUACION		6ª EVALUACION		7ª EVALUACION		8ª EVALUACION	
MEDIA	DUNCAN	MEDIA	DUNCAN	MEDIA	DUNCAN	MEDIA	DUNCAN
60.903	ab	66.470	b	88.418	bcd	204.588	bcd
69.605	a	65.738	b	99.143	ab	254.963	b
70.538	a	83.740	a	113.005	a	336.988	a
41.815	c	47.860	cd	70.613	cd	158.470	d
44.230	c	47.883	cd	80.698	bcd	193.288	cd
46.793	c	53.560	bcd	90.698	abc	230.485	bc
41.295	c	44.495	d	67.708	cd	179.555	cd
46.063	c	55.803	bcd	64.060	d	212.403	bcd
48.508	bc	61.148	bc	74.333	cd	257.168	b

Para los efectos principales de densidad de siembra sobre la altura de planta en cm durante las 8 evaluaciones, presentamos los valores en la Tabla resumen número 10.

En las 8 evaluaciones podemos apreciar que la densidad baja (D1) supera a las densidades D2 y D3 respectivamente variando los promedios de 42.99 cm a 265.51 dm2. En la mayoría de las evaluaciones la densidad media (D2) y la densidad alta

(D3) son la que tienen los menores valores de área foliar variando de 35.40 dm2 a 194.08 dm2.

Tabla 10.- Resumen del efecto estadístico de las densidades de siembra en el Área foliar de la planta durante las 08 evaluaciones

	1° EVALUACION		2° EVALUACION		3° EVALUACION		4° EVALUACION	
	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN
DENSIDAD BAJA (D1)	42.992	a	54.889	a	57.119	a	54.324	a
DENSIDAD MEDIA (D2)	35.401	b	40.297	b	42.527	b	40.269	b
DENSIDAD ALTA (D3)	36.143	b	40.040	b	42.270	b	44.259	b

5° EVALUACION		6° EVALUACION		7° EVALUACION		8° EVALUACION	
MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN
67.015	a	71.982	a	100.188	a	265.512	a
44.279	b	49.768	b	80.671	b	194.080	b
45.288	b	53.813	b	68.700	b	216.376	b

Para el efecto de dosis nutricional podemos apreciar que inicialmente no se presentaron diferencias significativas y conforme avanzaron las evaluaciones, en las últimas evaluaciones destaca la dosis alta (T3) con 274.88 dm2 frente a los 180.87 dm2 y 220.22 dm2 de la dosis baja (T1) y dosis media (T2) respectivamente, en la última evaluación.

Tabla 11.- Resumen del efecto estadístico de las dosis de nutrición en el Área foliar de la planta durante las 08 evaluaciones

	1° EVALUACION		2° EVALUACION		3° EVALUACION		4° EVALUACION	
	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN
DOSIS BAJA (T1)	37.053	a	43.949	ab	46.179	ab	44.887	a
DOSIS MEDIA (T2)	37.913	a	43.143	b	45.373	b	43.863	a
DOSIS ALTA (T3)	39.570	a	48.133	a	50.363	a	50.102	a

5° EVALUACION		6° EVALUACION		7° EVALUACION		8° EVALUACION	
MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN
48.005	a	52.941	b	75.580	b	180.870	c
53.298	a	56.473	b	81.301	ab	220.218	b
55.279	a	66.148	a	92.678	a	274.880	a

Ancho de la hoja “D”

Los valores encontrados para esta determinación se expresan en la Tabla 12 en la que se presenta el resumen de los CM y la significación estadística del ancho de hoja “D” de la planta en mm a lo largo de las 8 evaluaciones. Se puede apreciar que los mm en las 8 evaluaciones no existen diferencias estadísticas para efecto de bloques.

Tabla 12.- Resumen de los cuadrados medios y la significación estadística del ancho de hoja “D” de planta (mm) durante las 08 evaluaciones

FUENTES DE VARIACION	GL	CM1	SIG	CM2	SIG	CM3	SIG	CM4	SIG
Bloques	3	0.609	N.S	0.171	N.S	19.381	N.S	0.979	N.S
Tratamientos	8	29.621	**(1%)	32.292	**(1%)	25.244	N.S	27.781	*(5%)
Densidades de Siembra	2	58.684	**(1%)	67.972	**(1%)	90.543	**(1%)	77.452	**(1%)
Nutricion	2	7.419	*(5%)	8.603	*(5%)	4.386	N.S	21.465	N.S
D x N	4	26.190	**(1%)	26.296	**(1%)	3.023	N.S	6.103	N.S
Error experimental	24	1.541		1.882		15.682		10.155	
TOTAL	35								
CV (%)		3.27		3.42		9.1		7.66	

CM5	SIG	CM6	SIG	CM7	SIG	CM8	SIG
7.187	N.S	8.641	N.S	25.379	N.S	31.229	N.S
39.340	**(1%)	58.026	**(1%)	41.774	**(1%)	172.080	**(1%)
151.458	**(1%)	162.069	**(1%)	86.986	**(1%)	202.053	**(1%)
4.465	N.S	63.301	**(1%)	61.759	**(1%)	457.786	**(1%)
0.718	N.S	3.367	N.S	9.176	N.S	14.241	N.S
10.352		9.809		9.799		20.416	
7.71		7.62		7.39		8.17	

En cuanto a los tratamientos se aprecia que en la primera, segunda, quinta, sexta, séptima y octava evaluación si hubo diferenciación estadística de 1%, en la tercera evaluación no se hallaron diferencias significativas y finalmente en la cuarta si se logró apreciar significación estadística de 5%.

Tabla 13.- Resumen del efecto estadístico de tratamientos en estudio en el parámetro Ancho de hoja “D” (mm) de la planta durante las 08 evaluaciones

	1ª EVALUACION		2ª EVALUACION		3ª EVALUACION		4ª EVALUACION	
TRATAMIENTO	MEDIA	DUNCAN	MEDIA	DUNCAN	MEDIA	DUNCAN	MEDIA	DUNCAN
D1T1	39.070	b	41.400	b	45.608	a	44.710	ab
D1T2	40.445	ab	42.775	ab	46.985	a	43.540	abc
D1T3	40.950	ab	43.280	ab	47.490	a	45.350	a
D2T1	42.090	a	44.420	a	41.130	a	39.770	bcd
D2T2	35.060	c	37.390	c	41.600	a	38.975	cd
D2T3	36.543	c	38.873	c	43.085	a	41.163	abcd
D3T1	35.218	c	37.543	c	41.753	a	37.913	d
D3T2	36.260	c	38.590	c	42.800	a	41.163	abcd
D3T3	35.720	c	37.048	c	41.258	a	42.938	abcd

5ª EVALUACION		6ª EVALUACION		7ª EVALUACION		8ª EVALUACION	
MEDIA	DUNCAN	MEDIA	DUNCAN	MEDIA	DUNCAN	MEDIA	DUNCAN
45.550	a	43.313	abc	41.540	bc	50.838	cd
45.763	a	44.778	ab	46.403	a	60.003	ab
46.213	a	47.960	a	48.120	a	65.965	a
39.143	b	38.428	cd	39.395	c	50.838	cd
39.518	b	38.298	cd	40.945	bc	57.033	bc
40.055	b	41.038	bc	44.780	ab	60.370	ab
38.618	b	35.875	d	39.178	c	45.408	d
40.140	b	38.355	cd	40.330	bc	49.323	d
40.685	b	41.995	bc	40.798	bc	57.798	bc

En cuanto a las densidades de siembra se puede apreciar diferencias altamente significativas a lo largo de las 8 evaluaciones en estudio.

En nutrición podemos apreciar que las dos primeras evaluaciones presentan diferencias estadísticas del 5%. Asimismo, en la tercera, cuarta y quinta evaluación no encontramos diferencias significativas. Finalmente, en las tres últimas evaluaciones, sexta, séptima y octava podemos encontrar alta significación estadística.

En la interacción de dosis x nutrición se aprecia que no existe significación estadística en ninguna de las evaluaciones realizadas, salvo en las dos primeras donde encontramos significancia estadística de 1% cuantificándose coeficientes de variabilidad de 3.27, 3.42, 9.10, 7.66, 7.71, 7.62, 7.39 y 8.17 para las evaluaciones del 1 al 8 respectivamente.

Para los efectos principales de densidad de siembra sobre el ancho de hoja “D” de planta en mm durante las 8 evaluaciones, presentamos los valores en la Tabla 14.

En las 8 evaluaciones podemos apreciar que con la densidad baja (D1) se obtiene mejores resultados frente a las densidades D2 y D3 respectivamente variando los promedios de 40.15 mm a 58.93 mm. En la mayoría de las evaluaciones la densidad

alta (D3) la que tiene los menores valores de ancho de hoja, variando de 35.73 mm a 50.84 mm

Tabla 14.- Resumen del efecto estadístico de las densidades de siembra en el Ancho de hoja “D” de la planta durante las 08 evaluaciones

	1° EVALUACION		2° EVALUACION		3° EVALUACION		4° EVALUACION	
	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN
DENSIDAD BAJA (D1)	40.153	a	42.483	a	46.693	a	44.530	a
DENSIDAD MEDIA (D2)	37.895	b	40.225	b	41.935	b	39.966	b
DENSIDAD ALTA (D3)	35.730	c	37.725	c	41.935	b	40.315	b

5° EVALUACION		6° EVALUACION		7° EVALUACION		8° EVALUACION	
MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN
45.840	a	45.345	a	45.353	a	58.932	a
39.569	b	39.252	b	41.704	b	56.077	a
39.813	b	38.739	b	40.100	b	50.841	b

Para el efecto de dosis nutricional se aprecia que en las dos primeras evaluaciones la dosis baja (T1) muestra mejores resultados frente a los dos niveles nutricionales, de la tercera a la quinta evaluación no se muestra diferencias significativas. Finalmente, en las últimas 3 evaluaciones la dosis alta (T3) presenta mejores resultados frente a los otros dos niveles de nutrición.

Tabla 15.- Resumen del efecto estadístico de las dosis de nutrición en el Ancho de hoja “D” de la planta durante las 08 evaluaciones

	1° EVALUACION		2° EVALUACION		3° EVALUACION		4° EVALUACION	
	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN
DOSIS BAJA (T1)	38.790	a	41.118	a	42.828	a	40.795	a
DOSIS MEDIA (T2)	37.253	b	39.583	b	43.793	a	40.869	a
DOSIS ALTA (T3)	37.735	b	39.732	b	43.942	a	43.148	a

5° EVALUACION		6° EVALUACION		7° EVALUACION		8° EVALUACION	
MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN
41.101	a	39.202	b	40.036	b	49.025	c
41.804	a	40.475	b	42.557	ab	55.450	b
42.316	a	43.660	a	44.564	a	61.375	a

Tasa de crecimiento relativo

Los valores encontrados para esta determinación se expresan en la tabla 16, mostrado líneas abajo En la Tabla 16 se presenta el resumen de los CM y la significación estadística de la tasa de crecimiento relativa de planta en gr/día en las 2 evaluaciones, intervalos de tiempo entre las 03 evaluaciones de materia seca a lo largo de la fenología del cultivo. Se puede apreciar que los CM en las 2 evaluaciones no existen diferencias estadísticas para efecto de bloques.

En cuanto a los tratamientos, densidades de siembra e interacción densidad x nutrición (DxN) no se lograron diferenciación estadística a lo largo de las dos evaluaciones.

A nivel nutricional se encuentran diferencias de 5% en la primera evaluación. Finalmente, en la segunda evaluación no se manifestó significancia.

Las evaluaciones realizadas cuantifican coeficientes de variabilidad de 53.54 y 143.75% para las evaluaciones realizadas respectivamente.

Para los efectos principales de densidad de siembra sobre la tasa de crecimiento relativa de planta en gr/día durante las 2 evaluaciones, presentamos los valores en la tabla resumen número 4.18.

En las 2 evaluaciones se puede apreciar que no existe diferenciación significativa con
respecto a las otras dos densidades de siembra. Es decir, las tres densidades en estudio no presentan diferencias significativas.

Para el efecto de dosis nutricional se aprecia que en la primera evaluación existe significación estadística siendo la dosis media (T2) la que mejor respuesta presento

frente a las otras dos dosis nutricionales. En la segunda y última evaluación no existe significación estadística.

Tabla 16.- Resumen de los cuadrados medios y la significación estadística de el parámetro tasa de crecimiento relativa de planta (gr/día) durante las 02 evaluaciones

FUENTES DE VARIACION	GL	CM1		CM2	
Bloques	3	0.000	N.S	0.000	N.S
Tratamientos	8	0.000	N.S	0.000	N.S
Densidades de Siembra	2	0.000	N.S	0.000	N.S
Nutrición	2	0.000	*(5%)	0.000	N.S
D x N	4	0.000	N.S	0.000	N.S
Error experimental	24	0.000		0.000	
TOTAL	35				
CV (%)		53.54		143.75	

Tabla 17. Resumen del efecto estadístico de tratamientos en estudio en el parámetro tasa de crecimiento relativa de planta (gr/día) durante las 02 evaluaciones

	1ª EVALUACION		2ª EVALUACION	
TRATAMIENTO	MEDIA	DUNCAN	MEDIA	DUNCAN
D1T1	0.0081	ab	0.0080	a
D1T2	0.0111	ab	0.0028	ab
D1T3	0.0150	a	-0.0016	b
D2T1	0.0067	b	0.0013	ab
D2T2	0.0063	b	0.0028	ab
D2T3	0.0108	ab	0.0005	ab
D3T1	0.0056	b	0.0072	a
D3T2	0.0094	ab	0.0053	ab
D3T3	0.0110	ab	0.0033	ab

Tabla 18.- Resumen del efecto estadístico de las densidades de siembra en el parámetro tasa de crecimiento relativa de planta (gr/día) durante las 02 evaluaciones

	1° EVALUACION		2° EVALUACION	
	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN
DENSIDAD BAJA (D1)	0.0114	a	0.0031	a
DENSIDAD MEDIA (D2)	0.0079	a	0.0015	a
DENSIDAD ALTA (D3)	0.0087	a	0.0053	a

Tabla 19.- Resumen del efecto estadístico de las dosis de nutrición en el parámetro tasa de crecimiento relativa de planta (gr/día) durante las 02 evaluaciones

	1° EVALUACION		2° EVALUACION	
	MEDIAS	DUNCAN	MEDIAS	DUNCAN
DOSIS BAJA (T1)	0.00681	b	0.00552	a
DOSIS MEDIA (T2)	0.00891	ab	0.00363	ab
DOSIS ALTA (T3)	0.01225	b	0.00074	b

Temperatura

Las temperaturas promedio, el año en estudio, superaron ligeramente los valores promedio óptimos máximos (32 versus 33.20) y mínimos (18ºC versus 17.79ºC); aunque puntualmente la variación fue mucho mayor en determinados días (37.1ºC y 12.6ºC), corriéndose riesgos de quemaduras y floración espontáneas agrupada; sin embargo, ambos peligros se mitigaron exitosamente empleando cobertura con malla raschel, incorporándose un costo adicional, pero manteniendo la calidad.

Habrá que analizar las acciones para años con niña fuerte y definir acciones correctivas que brinden seguridad a las inversiones ante probables floraciones espontaneas, previniendo en campo, como por ejemplo empleando algunas adaptaciones de las protecciones contra heladas “cobertura con árboles, para cortar el viento”, “el riego, humedeciendo el suelo en las horas más soleadas, para que acumule calor”, entre otras. (Snyder, R.L., 2010, Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía, Volumen 1) y también comercialmente, por ejemplo, contratos con empresas transformadoras con precios refugio mínimos, que aseguran la sostenibilidad de la cadena.

Para los años calurosos, habría que buscar medidas adicionales a la cobertura con malla raschel, pudiendo ser una, el del riego, para que absorba algo del calor y la evaporación genere un consumo de energía.

Analizar años calurosos, definir las acciones que permitan evitar quemaduras, deformaciones en la fruta, entre otros. Definir hasta cuantos grados por encima es

útil la cobertura con malla raschel y que otras alternativas adicionales existen. Es probable que requiera separar la malla de la planta, generando un espacio que permita la circulación y saluda del aire caliente y evite quemaduras por contacto en las plantas y frutos, con la malla.

Precipitación
En años normales un hay problema, ya que se compensa con el riego por goteo; para los años lluviosos y niños, habría que asegurar un drenaje adecuado y tener más cuidado con el cálculo de humedad que se requiere y además los requerimientos de nutrientes que se envían por el sistema, sin embargo, no es un problema que afecte la viabilidad del cultivo, mientras no sea zona inundable y que las precipitaciones en épocas de niño, igualan a las precipitaciones en años normales en la selva central.

Caracterización del suelo

Es un suelo arenoso, manejable con el riego por goteo y la incorporación de materia orgánica, solo implica costos en el acondicionamiento, pero no representa un factor que impida la factibilidad del cultivo, lo que mejorará al mecanizar el proceso, bajando los costos de la operación.

Parámetro en estudio.

Aunque hay algunas variaciones en los números de análisis, dependiendo de la dificultad del análisis, estos nos brindan una visión general de los factores elegidos de densidad y tratamiento

Materia seca
Se aprecia que solo los Tratamientos y la densidad de siembra tuvieron significancia estadística, solo en la tercera evaluación, es decir, cuando la planta tenía un tamaño en el que influye el espacio y la competencia por nutrientes. No hay diferencia entre tratamientos en el mismo bloque o con la misma nutrición, lo que indica una siembra bastante uniforme de semillas y su comportamiento similar.
Aunque los valores de la evaluación de la densidad baja, respecto a la materia seca, es mayor que el resto, estadísticamente no se diferencia de la densidad alta, todo esto en la última evaluación, antes no hay diferencia estadística entre las 3 densidades, estos valores podrían indicar que no hay mucha influencia de estas densidades sobre la materia seca generada.

Área Foliar
Los bloques solo resultan significativos en las 3 primeras medidas, de 8 a es decir en las primeras etapas de crecimiento; la nutrición, por el contrario, solo en las 3 últimas medidas, atribuible a la mayor demanda de nutrientes al desarrollar la planta. Los factores que sí tienen alta significancia son los tratamientos y la densidad de siembra, esto nos indica que influyen en el desarrollo de la piña y que se podrá generar otras pruebas que permitan optimizar estos resultados, pudiendo buscar el tratamiento óptimo y la densidad óptima; otra alternativa sería analizar para cada densidad de siembra definida, el tratamiento óptimo.

A lo largo de la fenología del cultivo se diferencian tres tratamientos que respondieron, adecuadamente y mostraron mayor área foliar, D1T1, D1T2 y D1T3. Siendo el de mayor área foliar el tratamiento D1T3. De las tres densidades, D1 ocupa menor número de plantas por metro cuadrado, y se desarrolla mejor el cultivo, ocupa mayor área foliar porque la planta tiene el espacio necesario para crecer.
El tratamiento D3T3 también presenta un comportamiento atípico a su densidad, probablemente responde al nivel nutricional, que es el más elevado, al que fue sometido.
En la última evaluación del trabajo de investigación, a lo largo de toda la Fenología del cultivo, la densidad baja, presentó mayor dm2/planta, es un indicador de que la planta responde directamente proporcional al espacio que se le otorgue para desarrollarse. La densidad baja muestra un promedio de 81.23 dm2, siendo 22.13 dm2 mayor que la densidad media y 19.05 dm2 mayor que la densidad alta.
Todo esto luego se debe analizar con los costos de la producción resultante, su calidad y valor comercial, en función de sus características organolépticas y peso, de manera que se defina el mejor beneficio económico

Ancho de hoja
En este parámetro continúa teniendo alta significación estadística la densidad de siembra, evaluando las medias, se aprecia una natural tendencia a incrementar entre la primera y tercera, sin embargo, entre la cuarta y sexta hubo, disminuciones o incrementos menores, para retomar la tendencia al incremento en las 2 últimas evaluaciones.
El tratamiento también, aunque en la tercera evaluación no lo fue y en la cuarta tuvo 5%, en las 6 evaluaciones restantes sí tuvieron alta significación estadística de 1%. En este caso también se aprecia una disminución en las medias en la cuarta evaluación, en la quinta T1 y T2 se recuperan ligeramente yT3 continúa bajando su promedio y en la sexta evaluación, caen nuevamente los promedios de T1 y T2, mientras T3 incrementa, esto puede deberse a problemas en el suministro de agua, en este período.
Para la nutrición, las dos primeras evaluaciones tienen diferencia estadística del 5% y las 4 últimas alta significación estadística del 1%, solo en la tercera y cuarta evaluación no la tuvieron.

Tasa de crecimiento relativo

La significación estadística de la tasa de crecimiento relativa de planta en gr.dia-1 en las 2 evaluaciones, a lo largo de la fenología del cultivo, resulta:
No existen diferencias estadísticas para los efectos de bloques, tratamientos, densidades de siembra e interacción densidad x nutrición (DxN).
A nivel nutricional encontramos diferencias de 5% en la primera evaluación. Finalmente, en la segunda evaluación no se manifestó significancia.

Las evaluaciones realizadas cuantifican coeficientes de variabilidad de 53.54 y 143.75% para las 2 evaluaciones realizadas respectivamente. ~~Esto implica que entre ellas no hay mucha relación.~~
Para los efectos principales de densidad de siembra sobre la tasa de crecimiento relativa de planta en gr.dia-1 durante las 2 evaluaciones, presentamos los valores en la tabla resumen número 18.
En las 2 evaluaciones podemos apreciar que no existe diferenciación significativa con respecto a las otras dos densidades de siembra. Es decir, las tres densidades en estudio no presentan diferencias significativas.
Para el efecto de dosis nutricional tabla 19 podemos apreciar que en la primera evaluación existe significación estadística siendo la dosis media (T2) la que mejor respuesta presento frente a las otras dos dosis nutricionales. En la segunda y última evaluación no existe significación estadística.

Conclusiones

Piura, aunque no tiene las características de la selva central, tiene la posibilidad de desarrollar el cultivo de piña, con un paquete tecnológico adecuado, como lo demuestran los rendimientos extrapolados a una hectárea de los experimentos superaron las expectativas de 50 TM por Ha, lográndose la menor productividad y menor costo de producción, con la densidad baja y menor fertilización con 80.4 TM/Ha, con un costo de S/62,184.18/Ha y la mayor productividad con el mayor costo de producción, con la densidad alta y mayor fertilización con 95.8 TM/Ha, con un costo de S/ 114,266.70 /Ha. En todas las pruebas, se logró superar el rango de producción de la Selva Central, en donde emplean una densidad baja de 40,000 plantas por Ha, con producciones entre 70 y 80 TM/Ha y costos de producción entre S/ 48,000.00 y S/ 55,000.00 por Ha, según información de la empresa FRUNATURE.

Analizando, el tamaño de fruto y su valor en el mercado, el mayor rendimiento económico (S/ por Ha) resulta la densidad media y fertilización baja, sin embargo, al analizar los datos con los costos de producción, resulta que la densidad baja y la fertilización baja, es la que genera mayor beneficio respecto a la inversión (costo), con un beneficio respecto al costo de 1.58 (T1D1) y el peor resulta la densidad alta con fertilización alta, con un Beneficio respecto al costo de 0.58 (T3D3).

Queda demostrado que el cultivo de piña Golden en Piura es rentable y viable en suelos arenosos, sin embargo, es posible continuar investigando y mejorando la eficiencia de los riegos, nutrición y como resultado, el peso y valor del fruto.

Los costos de instalación, trayendo los plantines desde la selva central y haciendo las labores manualmente, son altos.

Cabe señalar que los costos de instalación del proyecto, fueron altos (mano de obra intensiva). Hay oportunidades de mejora del proceso al emplear los hijos locales y mecanizar la incorporación de la materia orgánica, modificando los costos, lo que variará el análisis económico del cultivo, haciéndolo más rentable.

Existe un potencial de mejora si se logran bajar los costos y mejorar los tamaños o pesos de las piñas, se bebería probar con todas, aunque en la siembra de densidad media y fertilización baja (D2T1) y en las pruebas de densidad alta, hay mayor probabilidad de éxito, ya que al generar más piñas, podrían lograr mejores beneficios, si mejora su tamaño (por lo tanto el precio de venta), además de bajar sus costos de producción (con semilla local y mayor mecanización); una alternativa, sería actuar sobre el paquete nutricional, para mejorar tamaño y bajar costo.

Tabla 4.54. Resumen de costos de Producción, rendimiento en kg y B/C de cada tratamiento por Ha

Densidad

Fertilización

BLOQUES	D1T1	D1T2	D1T3	D2T1	D2T2	D2T3	D3T1	D3T2	D3T3
I kg	144.053	159.589	122.656	152.400	118.769	128.571	164.389	168.006	179.419
II kg	149.302	124.598	154.357	127.495	140.209	136.163	163.184	194.797	178.453
III kg	134.729	150.249	143.959	151.086	139.245	140.646	156.219	161.979	164.617
IV kg	134.508	137.071	146.122	141.217	143.282	138.192	168.944	165.734	192.797
TOTAL kg	562.592	571.506	567.094	572.198	541.505	543.572	652.736	690.515	715.286
n X TRAMIENTO	140.648	142.876	141.774	143.050	135.376	135.893	163.184	172.629	178.821
RENDIMIENTO X HA	80370.263	81643.681	81013.475	89406.004	84610.185	84933.133	87420.026	92479.752	95797.179
COSTO DE PRODUCCION	S/62,184.18	S/ 69,180.99	S/ 76,177.80	S/77,730.23	S/ 86,476.23	S/ 95,222.25	S/93,276.27	S/ 103,771.48	S/ 114,266.70
PESO DE FRUTO $\bar{x}$	2.009	2.041	2.025	1.788	1.692	1.699	1.457	1.541	1.597
S/ X KG VENTA	S/2.00/ Kg	S/2.00	S/2.00	S/2.00	S/2.00	S/2.00	S/1.88	S/1.88	S/1.88
RENDIMIENTO S X HA UE	S/168,777.55/ Ha	S/171,451.73	S/170,128.30	S/178,812.01	S/169,220.37	S/169,866.27	S/164,349.65	S/173,861.93	S/180,098.70
B/C	1.58	1.36	1.13	1.30	0.96	0.78	0.76	0.68	0.58

1. El análisis de la densidad de siembra, respecto al parámetro peso promedio de fruto (kg), arroja una relación directa con el peso del fruto, obteniéndose pesos promedio para la densidad baja (D1) de 2.025 Kg; para la media (D2) 1.726 Kg y para la densidad alta (D3) 1.532 Kg, una notoria diferencia.
2. El análisis de la dosis de nutrición, respecto al parámetro peso promedio de fruto (kg), no presenta una diferencia significativa arrojando pesos promedio de 1.751 Kg para la baja (T1), 1.758 Kg para la media (T2) y 1.774 Kg para la dosis alta (T3), podríamos indicar que los 3 tuvieron un peso promedio de fruto de 1.8 Kg por fruto

	NITRÓGENO	FÓSFORO	POTASIO
DOSIS BAJA	40	80	190
DOSIS MEDIA	80	160	380
DOSIS ALTA	120	240	570

Habría que analizar, si el suelo arenoso, su velocidad de percolación y la capacidad de absorber a través de las hojas (para las aplicaciones foliares), influyó en la captura de los nutrientes, durante el tiempo de permanencia. Se sugieren pruebas con la dosis baja, pero con riegos o aplicaciones más prolongados o más frecuentes, de manera que se brinde a la planta más nutrientes, pero fraccionando las dosis para dar mayor opción de tomar los nutrientes, en lugar de las aplicaciones más enriquecidas que hicieron.

3. Otro tema que requiere continuar con investigaciones, es la calidad de la fruta, respecto a la nutrición y distanciamiento, pudiéndose lograr menores costos, al mejorar rendimientos en producciones mayores.

Agradecimientos e información de financiamiento

Gracias al financiamiento de INNOVATEPERÚ, ahora PROINNÓVATE, se ha demostrado la viabilidad económica de un nuevo cultivo en Piura, con una rentabilidad atractiva y con posibilidades de mejorar, aunque es menor a la rentabilidad de la uva de mesa, su inversión inicial es mucho menor y es un cultivo más rústico, lo que garantiza resultados atractivos, esperemos que tenga repercusiones tan buenas, como lo logrado con la uva de mesa sin pepa. Sin embargo, al ser un producto para el mercado local en fresco y para la industria, se debe analizar la demanda, para que no afecte el precio una sobre oferta.

Contribución de autoría

Este artículo ha sido basado en la tesis y trabajos en campo del Ing. Luis Chinchay, la que fue adaptada al formato por el Ing. Walter Ruiz, analizada y comentada por el Ing. Arturo Arbulú, con aportes del Ing. Luis Llanos aportando su visión empresarial, además del Biólogo Henry Robles, con la descripción de los logros en campo y los manejos con organismos benéficos, que tuvo a cargo.

Conflictos de interés

No existe ningún conflicto de interés, por lo contrario, se han unido los intereses comerciales del empresario y la función de difusión tecnológica del “CITEagro Piura”, para difundir el nuevo cultivo, esperándose una mayor oferta en el mercado peruano y especialmente piurano, de fruta fresca y de fruta de segunda, para la industria local.

Referencias bibliográficas

Grady, J. S., Her, M., Moreno, G., Perez, C., & Yelinek, J. (2019). Emotions in storybooks: A comparison of storybooks that represent ethnic and racial groups in the United States. *Psychology of Popular Media Culture*, *8*(3), 207–217. https://doi.org/10.1037/ppm0000185

Snyder, R.L., Paulo de Melo-Abreu, J., Traducción: Villar-Mir, J.M., (2010). Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía Volumen 1, 23 – 44. I S S N 2 0 7 1 - 0 9 9 2 (FAO), https://www.fao.org/home/en/