Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO - PERU

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.
Vea una copia de esta licencia en http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

Obra publicada con autorización del autor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Influencia ecofisiológica de tres variedades de (*Coffea arabica* L.) "café" en cuatro pisos altitudinales, en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Michael Franz Bartra Mego

ASESOR:

Ing. M. Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz

CO-ASESOR:

Ing. Dr. Luis Alberto Arévalo López

Código Nº 6055119

Moyobamba – Perú

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Influencia ecofisiológica de tres variedades de (*Coffea arabica* L.) "café" en cuatro pisos altitudinales, en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba

AUTOR:

Michael Franz Bartra Mego

Sustentada y aprobada el 22 de diciembre del 2020, por los siguientes jurados:

…… **Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia** **Presidente**	…… **Ing. Juan José Pinedo Canta** **Secretario**
…… **Ing. M. Sc. Roydichan Olano Arévalo** **Miembro**	…… **Ing. M. Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz** **Asesor**

Declaratoria de autenticidad

Michael Franz Bartra Mego, con DNI N° 71581668, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autor de la tesis titulada: **Influencia ecofisiológica de tres variedades de (*Coffea arabica* L.) "café" en cuatro pisos altitudinales, en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 22 de diciembre del 2020.

……

Bach. Michael Franz Bartra Mego

DNI N° 71581668

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: Bartra Mego Michael Franz	
Código de alumno : 71581668	**Teléfono:** 956567758
Correo electrónico : mfbartram@alumno.unsm.edu.pe	**DNI:** 71581668

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: Ecología
Escuela Profesional de: Ingeniería Ambiental

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

4. Datos del Trabajo de investigación

Titulo : « Influencia ecofisiológica de tres variedades de (Coffea arabica L.) "café" en cuatro pisos altitudinales en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba".
Año de publicación: 2020

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera integra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **"Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".**

.....

Firma y huella del Autor

---

8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

05 / 04 / 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – T.
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto – UNSM-T.

.....

Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A Dios por su amor infinito y porque el esfuerzo y la dedicación son para Él.

A mis padres por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida y por ser pilar fundamental para poder ser un profesional.

A todos mis familiares y amigos que me incentivaron a seguir superándome y que estuvieron involucrados en la presente tesis.

Agradecimiento

- *A Dios por todas las bendiciones que nos brinda.*
- *Al Ing. MSc. Marcos Aquiles Ayala Díaz y al ing. Dr. Luis Alberto Arévalo López por sus conocimientos que me brindaron y por su asesoría que me sirvió en todas las etapas del desarrollo de esta investigación.*
- *Al Ing. Max por sus aportes los cuales me sirvieron en la parte metodológica de esta investigación.*
- *A los docentes de la facultad de Ecología por brindarme importantes conocimientos y formarme para llegar a ser profesional.*
- *Al Ing Omar y Bach. Osmar por su valioso apoyo y consejos.*
- *A mis familiares y amigos y todas las personas que contribuyeron de diversas maneras en la realización de esta tesis.*

Índice general

Dedicatoria ..... **vi**
Agradecimiento ..... **vii**
Índice general ..... **viii**
Índice de tablas ..... **x**
Índice de figuras ..... **xii**
Resumen ..... **xiv**
Abstract ..... **xv**

Introducción **1**

CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA **4**

1.1. Antecedentes 4

1.2. Bases teóricas 9

1.2.1. Influencia de la altura en el "Café". 9
1.2.2. Ecofisiología de las plantas 9
1.2.3. Ecofisiología del "Café" 10
1.2.4. Pisos altitudinales y "Café" 12
1.2.5. El "Café" 12
1.2.6. Descripción de las variedades de "café" estudiadas 14
1.2.7. "Roya" (Hemileia vastatrix) 14

1.3. Definición de términos. 16

CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS **17**

2.1. Ubicación del área de estudio. 17

2.2. Climatología, geología y suelos del área de estudio. 17

2.3. Características socioeconómicas de la población. 17

2.4. Materiales, herramientas y equipos usados. 17

2.5. Métodos 18

2.5.1. Metodología en fase de vivero y laboratorio 18
2.5.2. Diseño experimental 19
2.5.3. Ubicación y establecimiento de las parcelas de estudio 20
2.5.4. Evaluación de los parámetros meteorológicos de cuatro pisos altitudinales. 20
2.5.5. Comportamiento morfológico de plantas de "Café", (variedades "Caturra", "Pache" y "Catimor") en cuatro pisos altitudinales 21

2.5.6. Influencia de los parámetros meteorológicos en la morfología de plantas de "Café", en cuatro pisos altitudinales 22

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN 24

3.1. Evaluación de los parámetros meteorológicos de cuatro pisos altitudinales 24

3.2. Determinar el comportamiento morfológico de plantas de "Café", variedades "Caturra", "Pache" y "Catimor" en cuatro pisos altitudinales. 28

3.3. Determinar la influencia de los parámetros meteorológicos en la morfología de plantas de "Café", variedades "Caturra", "Pache" y "Catimor" en cuatro pisos altitudinales en el Distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba. 39

3.3.1. Se muestran los resultados mes de noviembre; variables morfológicas del "Café": Altura de planta (cm) y Número de hojas. 39

3.3.2. Se muestran los resultados mes de diciembre; variables morfológicas del "Café": Altura de planta (cm) y Número de hojas. 42

3.3.3. Se muestran los resultados mes de enero; variables morfológicas del "Café" Altura de planta (cm) y Número de hojas y número de ramas. 46

3.3.4. Se muestran los resultados mes de febrero; variables morfológicas del "Café": Altura de planta (cm) y Número de hojas y número de ramas; además dos variables de sanidad de la "Roya" en la plantación de "Café" (incidencia y severidad %) 51

3.3.5. Variables de sanidad: incidencia y severidad de la "Roya" 57

3.4. Discusión de resultados 61

CONCLUSIONES 63

RECOMENDACIONES 64

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 65

ANEXOS 70

Anexo A. Mapa de ubicación del estudio. 71

Anexo B. Mapa de ubicación de parcelas 72

Anexo C. Promedios de variables por pisos altitudinales 73

Anexo D. Formato de evaluación inicial de datos meteorológicos 73

Anexo E. Formato de evaluación de parámetros morfológicos y de sanidad 74

Anexo F. Panel fotográfico 76

Anexo G. Parámetros meteorológicos 90

Anexo H. Parámetros morfológicos 90

Anexo I. Análisis de suelos 92

Anexo J. Características de suelo apto para el cultivo de "Café". 93

Anexo K. Correlaciones entre las variables 93

Anexo L. Diseño de parcelas. 96

Anexo M. Diseño estadístico 97

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos en estudio. 19
Tabla 2. Ubicación geográfica de las parcelas de estudio. 20
Tabla 3. Escala de Severidad para “Roya”. 21
Tabla 4. Indicadores estadísticos parámetros meteorológicos mes de Noviembre 2019. 24
Tabla 5. Indicadores estadísticos parámetros meteorológicos mes de Diciembre 2019. 25
Tabla 6. Indicadores estadísticos parámetros meteorológicos mes de Enero 2020. 26
Tabla 7. Indicadores estadísticos de las características morfológicas, variedad de “Café” y piso altitudinal en el mes de Noviembre. 28
Tabla 8. Indicadores estadísticos de las características morfológicas, variedad de “Café” y piso altitudinal en el mes de Diciembre. 30
Tabla 9. Indicadores estadísticos de las características morfológicas, variedad de “Café” y piso altitudinal en el mes de Enero. 33
Tabla 10. Indicadores estadísticos de las características morfológicas, variedad de “Café” y piso altitudinal en el mes de Febrero. 36
Tabla 11. Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Altura de planta (cm). 39
Tabla 12. Prueba de comparaciones múltiples. 39
Tabla 13. Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Número de hojas. 41
Tabla 14. Prueba de comparaciones múltiples. 41
Tabla 15. Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Altura de planta (cm). 42
Tabla 16. Prueba de comparaciones múltiples. 43
Tabla 17. Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Número de hojas. 44
Tabla 18. Prueba de comparaciones múltiples. 45
Tabla 19. Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Altura de planta (cm). 46
Tabla 20. Prueba de comparaciones múltiples. 46
Tabla 21. Prueba de comparaciones múltiples. 47
Tabla 22. Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: número de hojas. 48
Tabla 23. Prueba de comparaciones múltiples. 48
Tabla 24. Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: número de rama. 50
Tabla 25. Prueba de comparaciones múltiples. 50
Tabla 26. Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Altura de planta (cm). 51
Tabla 27. Prueba de comparaciones múltiples. 52

Tabla 28. Prueba de comparaciones múltiples. 52
Tabla 29. Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Número de hojas. 53
Tabla 30. Prueba de comparaciones múltiples. 54
Tabla 31. Prueba de comparaciones múltiples. 54
Tabla 32. Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: número de ramas. 55
Tabla 33. Prueba de comparaciones múltiples. 56
Tabla 34. Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: incidencia (%). 57
Tabla 35. Prueba de comparaciones múltiples. 57
Tabla 36. Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Severidad %. 59
Tabla 37. Prueba de comparaciones múltiples. 59

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama del grado de la escala de Severidad. 22
Figura 2. Medias de los parámetros meteorológicos por pisos altitudinales y meses. 27
Figura 3. Promedios de Variedad por piso altitudinal de altura (cm) y N° de hojas. Noviembre. 30
Figura 4. Promedios de Variedad por piso altitudinal de altura (cm) y N° de hojas. Diciembre. 32
Figura 5. Promedios de Variedad por piso altitudinal de altura (cm) y N° de hojas. Enero. 35
Figura 6. Promedios de Variedad por piso altitudinal de altura (cm) y N° de hojas. Febrero. 38
Figura 7. Contraste gráfico de medias Tukey para la Altura (cm). 40
Figura 8. Medias conjuntas de altitud y altura, y grafico de cumplimiento de los supuestos del modelo. 40
Figura 9. Contraste gráfico de medias Tukey para número de hojas. 41
Figura 10. Medias conjuntas de altitud y variedad, y grafico de cumplimiento de los supuestos del modelo. 42
Figura 11. Contraste gráfico de medias Tukey para altura (cm). 43
Figura 12. Medias conjuntas de altitud y variedad, y grafico de cumplimiento de los supuestos del modelo. 44
Figura 13. Contraste gráfico de medias Tukey para número de hojas. 45
Figura 14. Medias conjuntas de altitud y variedad, y grafico de cumplimiento de los supuestos del modelo. 45
Figura 15. Contraste gráfico de medias Tukey para Altura de Planta (cm), de las variables: Variedad y Altitud. 47
Figura 16. Medias conjuntas de altitud y variedad, y grafico de cumplimiento de los supuestos del modelo. 47
Figura 17. Medias Contraste de medias Tukey para número de hojas. 49
Figura 18. Medias conjuntas de altitud y variedad, y grafico de cumplimiento de los supuestos del modelo. 49
Figura 19. Contraste gráfico de medias Tukey para Número de Ramas. 50
Figura 20. Medias conjuntas de altitud y variedad. 51

Figura 21. Contraste gráfico de medias Tukey para Altura de Planta (cm), de las variables: Variedad y Altitud. 52
Figura 22. Medias conjuntas de altitud y variedad y grafico de cumplimiento de supuestos del modelo. 53
Figura 23. Contraste gráfico de medias Tukey para Número de Hojas, de las variables: Variedad y Altitud. 54
Figura 24. Medias conjuntas de altitud y variedad y grafico de cumplimiento de supuestos de modelo. 55
Figura 25. Contraste gráfico de medias Tukey para Número de Ramas. 56
Figura 26. Medidas conjuntas de altitud y variedad en el número de ramas. 56
Figura 27. Contraste gráfico de medias Tukey para incidencia (%). 58
Figura 28. Medidas conjuntas de altitud y variedad en la incidencia % de la “Roya”. 58
Figura 29. Contraste gráfico de medias Tukey para Severidad % de la “Roya”. 60
Figura 30. Medias conjuntas de altitud y variedad en la severidad % de la “Roya”. 60

Resumen

Se evalúa la respuesta ecofisiológica de tres variedades de café (“Caturra”, “Pache” y “Catimor”), en cuatro pisos altitudinales (1000, 1100, 1200 y 1300 msnm). Se registró variables meteorológicas y variables morfológicas, incidencia y severidad de “Roya”. En la fase experimental se registró las mediciones meteorológicas y morfológicas y se los trabajo en gabinete. El diseño estadístico consistió en la aplicación de un experimento en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo bi-factorial (4A*3B) con interacción de 3 bloques y 12 tratamientos. Los datos se analizaron con software SPSS e InfoStat. Los parámetros meteorológicos, temperatura y humedad relativa presentaron distribuciones homogéneas y estables en todos los pisos, la precipitación presentó distribución heterogénea; los resultados del diseño estadístico, proyectan que la variedad “Caturra” en el piso 1100 msnm, la variedad “Pache” en el piso 1000 msnm y la variedad “Catimor” en el piso 1300 msnm, tuvieron las mejores respuestas morfológicas. Sin considerar variedades, se determinó que el piso 1100 luego el piso 1000 msnm registraron mejores respuestas morfológicas en el “Café”. Por estos resultados se concluye que los pisos adecuados para el cultivo de “Café” son 1000 y 1100 msnm, considerando los aspectos morfológicos número de hojas y ramas, discriminando la altura.

Palabras clave: Ecofisiología, Piso altitudinal, Cambio climático, Variedad, Adaptación, “Café”.

Abstract

The ecophysiological response of three varieties of coffee ("Caturra", "Pache" and “Catimor“) is evaluated on four altitudinal levels (1000, 1100, 1200 and 1300 masl). Meteorological and morphological variables, as well as incidence and severity of “Roya" were recorded. In the experimental phase, meteorological and morphological measurements were registered and they were processed in the office. The statistical design consisted in the application of an experiment using a randomized complete block design (RCBD) with bi-factorial arrangement (4A*3B) with interaction of 3 blocks and 12 treatments. The data were analyzed with SPSS and InfoStat software. The meteorological parameters, temperature and relative humidity presented homogeneous and stable distributions in all the altitudinal levels, the precipitation presented heterogeneous distribution; the results of the statistical design, demostrate that the variety "Caturra" at the level of 1100 masl, the variety "Pache" at the level of 1000 masl and the variety "Catimor" at the level of 1300 masl, had the best morphological responses. Regardless of the varieties, it was determined that at the level of 1100 masl then at the level of 1000 masl the "Coffee". registered better morphological responses. Based on these results, it is concluded that the adequate levels for the cultivation of "Coffee" are 1000 and 1100 meters above sea level, considering the morphological aspects, number of leaves and branches, discriminating the height.

Keywords. Ecophysiology, Altitudinal level, Climate change, Variety, Adaptation, "Coffee".

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
COORDINACIÓN
CENTRO DE IDIOMAS

Introducción

El cultivo del “café” se ha extendido desde Etiopia en África a diferentes latitudes del planeta, siempre en la franja ecuatorial, adaptándose a las variaciones tropicales de cada región; países como Vietnam, Indonesia e India en Asia a países como Brasil, Colombia y Honduras en América del Sur, son lugares donde se establecieron este cultivo debido a las condiciones tropicales requeridas por este cultivo.

Perú es el tercer productor de “Café” en Sudamérica, y al igual que en todos los demás países también esta afecto a los cambios climáticos y variaciones climáticas que afecta su productividad; el Perú, cuenta con climas favorables para el cultivo del “Café”, y sus diversos pisos ecológicos y climas son propicios para su cultivo; posee alrededor de 425 416 has. de “Café” (MINAGRI, 2019), y en la región San Martin se cultivan alrededor de 93 688 has.; en el Alto Mayo la provincia de Moyobamba tiene mayor superficie cultivada, con 18 043 ha., (ROBIGLIO V. *et al*., 2017); Jepelacio ocupa el 13avo lugar con 6 581,66 has de este cultivo, en el ranquin de la producción nacional (MINCETUR, 2019), (Díaz V. & Carmen W., 2017) todas estas zonas antes mencionadas y otras, actualmente afronta también las variaciones y el cambio climático.

El “Café” es uno de los sistemas productivos con alta sensibilidad a cambios en el Clima, y al igual que otros cultivos tiene un rango adecuado de condiciones meteorológicas y requerimientos hídricos para un desarrollo óptimo de la planta. Los cafés Arábigos son más susceptibles, debido a que tienen una lenta adaptación a condiciones más secas y cálidas (POSADA, 2019); y son los parámetros temperatura y precipitación las variables que afectan directamente el desarrollo del cultivo (Robiglio V. *et al*., 2017).

La presente investigación, denominada “*Influencia ecofisiológica de tres variedades de (**Coffea arabica** L.) "Café" en cuatro pisos altitudinales, en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba*”, evalúa la respuesta ecofisiológica (morfología) de las variedades de “Café” “Caturra”, “Pache” y “Catimor”, en cuatro pisos altitudinales (1000, 1100, 1200 y 1300 msnm), con el propósito de determinar el piso adecuado para el cultivo de “Café” considerando los aspectos morfológicos de esta planta.

En el marco de lo anteriormente mencionado es imperiosa la necesidad de generar información detallada concerniente a este cultivo relacionada a las características

morfológicas como respuesta a las condiciones climáticas de tal manera que el productordisponga de información precisa al momento de establecer un sistema de producción, siendo también esta una herramienta que permite disminuir el riesgo asociado por el desconocimiento detallado de la respuesta morfológica condicionada por la altitud y parámetros meteorológicos muy importantes en este cultivo, siendo estas envergaduras las que fundamentan la problemática de este estudio y es en ese contexto la formulación del problema principal, que condensamos en la siguiente pregunta, ¿En qué medida influye ecofisiologicamente los cuatro pisos altitudinales en tres variedades de "Café" (***Coffea arabica*** L.)?

Nuestra hipótesis se basó en el supuesto de que si los cuatro pisos altitudinales influyen ecofisiologicamente en tres variedades de "Café"; las variables analizadas fueron pisos altitudinales y parámetros meteorológicos (independientes) sobre la morfología de las de tres variedades de "Café" (dependiente); el objetivo general se precisó en determinar la influencia ecofisiológica de cuatro pisos altitudinales en tres variedades de "Café", para lo cual se formularon los objetivos específicos que consistieron en evaluar los parámetros meteorológicos de cuatro pisos altitudinales, determinar el comportamiento morfológico de plantas de "Café", variedades "Caturra", "Pache" y "Catimor", y determinar la influencia de los parámetros meteorológicos en la morfología de plantas de "Café".

La metodología aplicada, tuvo dos fases: la fase de campo consistió en el establecimiento de las parcelas de estudio en los diferentes pisos altitudinales y el posterior registro de datos tanto meteorológicos como morfológicos de manera consecutiva durante los meses de noviembre 2019 a febrero del 2020; en la fase de gabinete se procesó la información recogida mediante el uso de software estadístico SPSS e InfoStat y estadística descriptiva para la evaluación y conclusión de resultados se usó matrices de doble entrada en los que la ponderación estuvo delimitada por la ausencia/presencia de los fenómenos; articulando de esta manera información con suficiente evidencia científica que fundamentan los argumentos de este estudio; las técnicas usadas que sirvieron de soporte, fueron las fichas de registro, la observación y técnicas y procedimientos de manejo de plantaciones de "Café" proporcionados por el Instituto de Investigaciones de La Amazonia Peruana (IIAP).

La importancia del estudio, se fundamentada en la necesidad de tener el conocimiento adecuado sobre las respuestas morfológicas que tiene el "Café" en la zona de estudio a diferentes pisos altitudinales con el fin de proporcionar una herramienta para la gestión

adecuada de este cultivo, ya sea por el productor tradicional o para la producción tecnificada

Los resultados nos permiten concluir que los parámetros meteorológicos evaluados temperatura y humedad en los cuatro pisos, presentan variaciones heterogéneas significativas; cuyos promedios son 25,41 °C y 74,57 % respectivamente, mientras que la precipitación no es constante y que este comportamiento es normal debido a la estacionalidad y las condiciones climáticas de la zona; las variedades evaluadas, presentaron mejores respuestas a 1100 y 1000 msnm respectivamente, siendo el primero con mayor incidencia de “Roya”.

En cumplimiento a nuestros propósitos presentamos este informe dividido en tres capítulos, en el que mostramos las evidencias y los resultados derivados, a fin de aportar con conocimiento para la gestión del sistema productivo del “Café” en esta parte de nuestro país.

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes

Internacional

Sarango A., (2018), en su tesis de pregrado "*Caracterización de la vegetación y el microclima en sistemas agroforestales de "Café" (**Coffea arabica L.**) en tres pisos altitudinales en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo*" , de la Universidad Nacional de Loja, Ecuador, tuvo como resultado que la temperatura interna se presentó en el rango de 24,03 °C a 27,59 °C, y la externa estuvo dada entre 23,47 y 28.52 °C , con diferencias significativas entre las diferentes evaluaciones, estos valores mayores o menores pudieron estar relacionados con las condiciones externas al sistema agroforestal y con la hora en que se realizó la toma de datos. Concluyó que las condiciones microclimáticas dentro y fuera de los sistemas agroforestales en los tres sitios estudiados, presentaron diferencias en temperatura y humedad relativa; también concluyo que en la zona estudiada se presentaron correlaciones positivas moderadas y altas entre las variables vegetativas, altura de la planta y diámetro de copa; pero los elementos del microclima no existieron correlaciones.

Fernández C., (2018), en su tesis de pregrado: "Caracterización de la vegetación y el microclima en sistemas agroforestales "Café" (***Coffea arabica*** L.) en tres pisos altitudinales del cantón Puyango en la provincia de Loja", de la Universidad Nacional de Loja, Ecuador tuvo como resultado que en la zona cafetalera Puyango se presentaron entre las variables evaluadas en todo el periodo realizado dos correlaciones negativas escasas de -0,21 y -0,22 entre las variables velocidad del viento interno y humedad relativa interna, porcentaje de sombra y temperatura interna respectivamente, existiendo una relación inversa con dependencia total entre las variables, cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en proporción constante. Concluyó que la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento fueron diversas entre las evaluaciones, parcelas y sitios; por tanto, no existió una coincidencia total con los rangos óptimos señalados por varios autores.

Cango A., (2018), en su tesis denominada "*Caracterización de la vegetación y el microclima en sistemas agroforestales "Café" (**Coffea arabica** L.) en tres pisos altitudinales en la zona cafetalera Quilanga–Espíndola de la provincia de Loja*" realizada en

Consapamba del cantón Espíndola, Loja, Ecuador concluye que el sistema agroforestal "Café" tiene influencia en las condiciones microclimáticas, debido a la reducción de temperatura del aire, incremento de la humedad relativa interna en el sistema, respecto del medio externo. En relación al factor velocidad del viento, la influencia del sistema agroforestal "Café" no es determinante. Además, afirma que no existe relación entre los factores microclimáticos del sistema agroforestal "Café": luminosidad, expresada en sombra al interior del sistema, temperatura interna y humedad relativa interna en los tres sitios de estudio, con las exigencias del "Café", citadas en otros estudios en sistemas agroforestales similares.

Nacional

Vásquez G., (2018), en su tesis de postgrado "*Factores que influyeron en la presencia, manejo y control de la "Roya" amarilla del "Café" (**Hemileia vastatrix**), en la Provincia Rodríguez de Mendoza – Región Amazonas*", de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Perú, tuvo como resultado que al observar los factores climáticos que influyeron para la presencia de la "Roya" según los productores cafetaleros, el 54% de los productores cree que la temperatura y la humedad fueron los factores que más influyeron, el 38% de los productores que a los dos factores anteriores se sumó también la precipitación, según el análisis estadístico, a mayor temperatura, humedad relativa y precipitación la incidencia de la "Roya amarilla" será mayor, la correlación es negativa (-0,4008).Y concluye que, los principales factores ambientales que influyen en el manejo y control de la "Roya" fueron, altas temperaturas, alta humedad relativa, precipitación y viento; es decir, mientras más frecuente sea la presencia de estos factores ambientales, la incidencia de la "Roya" será mayor y estos mismos factores también van a dificultar el manejo y control de la enfermedad.

Carranza G., (2018), en su tesis de pregrado "*Efecto de la altitud y edad de plantación como variables determinantes en la incidencia de broca del "Café" **hypothenemus hampei** (ferrari), en la provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas, 2017*", de la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú, tuvo como resultado que el rango de altitud entre los 1200- 1400 m.s.n.m con valores mensuales de 26.0%, 22.0%, 24.5% y 19.4% respectivamente, mostro diferencias significativas con respeto a los otros dos niveles de altitudes; por el contrario, el rango altitudinal con menor porcentaje de incidencia fue el >1600 m.s.n.m con valores mensuales de 2.35%, 1.8%, 8.5% y 10.1% respectivamente, que a su vez no mostro diferencias significativas con el rango altitudinal entre los 1400-1600

m.s.n.m. Concluye que la altitud como factor determinante influyó significativamente en el porcentaje de incidencia de broca del "Café" ***Hypothenemus hampei*** (Ferrari) evaluados en tres niveles altitudinales de la provincia de Rodríguez de Mendoza región Amazonas. Asimismo, concluyó que a menor altitud (1200-1400 m.s.n.m), se encontró mayor porcentaje de incidencia de broca, dando a entender que la broca encuentra en estas zonas un ambiente favorable para su diseminación, crecimiento y desarrollo; mientras que a mayor altitud (> 1600 m.s.n.m), mostró menor incidencia, lo cual se demuestra que en estas zonas no hay un ambiente propicio para su diseminación.

Abad A, (2017), en su tesis de postgrado "*Diseño e implementación de un sistema de seguimiento de parámetros ambientales en plantaciones de "Café"*", de la Universidad de Piura, Perú, tuvo como resultado que al graficar la temperatura y la radiación solar se puede observar que no existe una dependencia directa de una con la otra, es decir si un día existe mayor radiación que otro no necesariamente se tendrá una curva de temperatura mayor .Lo podemos corroborar en los días 2 y 3 de diciembre, en estos días se tiene según el gráfico que el día 3 hubo una mayor intensidad de radiación que el día 2, sin embargo las curvas de temperaturas son casi iguales. Y concluye que, se ha realizado el diseño e implementación de un sistema de seguimiento de parámetros ambientales en plantaciones para la mejora de producción del "Café". Estos datos permitirán en un futuro ser estudiados y relacionados con otras variables para estudiar el comportamiento de enfermedades plagas y monitorear el mismo crecimiento de los cultivos.

Alarcón A., (2016), en su tesis de pregrado "*Comportamiento de tres variedades de "Café" (**Coffea arabica** L.) en el valle del Perené, Junín-Perú*", de la Universidad Nacional Agraria La Molina, de Lima, Perú, tuvo como resultado que de las tres variedades de "Café" estudiadas "Costa Rica 95", "Colombia" y "Catimor". La variedad "Costa Rica 95" fue la que presentó mayor número de ramas, seguida de "Colombia" y "Catimor". Costa Rica 95 presentó la mayor cantidad de nudos en la planta, seguido de la variedad Colombia y "Catimor". La variedad Colombia tuvo la mayor longitud de ramas, seguido de Costa Rica 95 y "Catimor". La mayor longitud de entrenudos (cm) y número de hojas correspondió a Colombia, seguida de "Catimor" y Costa Rica 95. La variedad con mayor número de frutos fue Costa Rica 95, seguida de "Catimor" y Colombia. La respuesta al ataque de plagas y enfermedades fue variable, "Catimor" presentó la menor incidencia a la "Roya"; mientras que Costa Rica 95 y Colombia presentaron el menor nivel de infestación de "broca". El mayor peso de "Café" cerezo se encontró en la variedad Costa Rica 95, seguida de Colombia

y “Catimor”, lo mismo ocurrió para “Café” pergamino seco. La más baja relación de “Café” cerezo/”Café” pergamino seco correspondió a la variedad Colombia. La mayor calidad física, se encontró en la variedad Costa Rica 95 (76.75 %), seguido de “Catimor” (73.62 %) y Colombia (72.72 %). Pero la mayor calidad organoléptica, correspondió a la variedad Colombia (82.05 puntos), seguida de Costa Rica 95 (80.89) y “Catimor” (79.93). Finalmente concluye que, de las tres variedades de “Café” estudiadas, sólo hubo diferencias en el color del brote terminal siendo rojo para “Catimor”, pardo para Costa Rica 95 y Colombia.

Local

Abad R., (2015), en su tesis de pregrado “*Efecto de sombra y frecuencia de riego en la etapa de aclimatación de plantas clonadas de “Café” (**Coffea arabica** L.) variedad “caturra” en fase de vivero, Morales - San Martin*” de la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú, tuvo como resultado que la incidencia de luz al 50% de sombra y a luz plena presenta mayor intensidad en los horarios de 12:00 a 2:00 pm, mientras que al 80% de sombra la intensidad de luz fue constante durante todas las horas evaluadas. Concluye que la mejor secuencia de sombra en la etapa de aclimatación de las plantas clonadas de “Café” variedad “Caturra” fue la secuencia de sombra completa (SSl),es decir el proceso de aclimatación que pasó por 80% de sombra + 50% de sombra + luz plena, esta generó la mayor longitud (22.24 mm) de planta y un promedio de 1.5 hojas axilares por planta, la frecuencia de riego que generó mayor longitud de planta (30.07 mm) y mayor producción de hojas axilares (2.25) en plantas clonadas de “Café” variedad “Caturra” fue la frecuencia de riego de tres veces por día (FRll) con una aplicación de 0.02 /planta/día y 1.36 /planta durante los 68 días de estudio, y la frecuencia de riego dos (FRll) tuvo mayor crecimiento en longitud (30.07 mm) y mayor número de hojas axilares que los tratamientos testigos (FRll) en ambas secuencias de sombra.

Paima F., (2017), en su tesis de pregrado “*Influencia de tres pisos altitudinales en las características físicas y sensoriales del “Café” (**Coffea arábica** L.) Variedad “Catimor” en los distritos de Lamas y Alonso de Alvarado Roque*” de la Universidad Nacional de San Martín, de Tarapoto, Perú, tuvo como resultado de acuerdo al análisis de la varianza (ANVA), no se evidencia diferencia significativa (p>0,05) en ninguna de las características sensoriales: Fragancia, Aroma, acidez, sabor, sabor Residual, cuerpo, balance, uniformidad. De tal manera en análisis de varianza, no presenta diferencia estadística; letras iguales según cada característica sensorial son estadísticamente iguales. Evidenciando que en un “Café” de

la misma variedad, factores como Localidad y altitud no influyen significativamente en sus características sensoriales. Sin embargo, claramente se observa que si presenta diferencia matemática. Asimismo, tuvo como resultado de acuerdo al análisis de varianza realizado a los atributos de sabor del "Café", realizado al 95% de confianza y un error del 5%, se observa que en los atributos estudiados fragancia, sabor, sabor residual, cuerpo, balance, puntaje del catador no hay diferencia significativa entre las fuentes de variación (Localidad y Altitud), determinando el mayor promedio ordenado para la localidad de Alonso de Alvarado Roque en la zona alta. Todos los cafés analizados de las dos localidades en diferentes altitudes, resultaron ser de muy buena calidad por ser de la misma variedad; sin embargo, la zona alta en las localidades de Alonso de Alvarado y Lamas presenta mejores características físicas y sensoriales. Concluye que el "Café" de mayor calidad sensorial a nivel de Alonso de Alvarado Roque fue de la zona alta (1500 msnm), con un puntaje de 82,25; de igual manera de la localidad de Lamas siendo la puntuación máxima de 82,00. Asimismo, concluyó que la localidad donde se obtuvieron mejor calidad física y sensorial fue Alonso de Alvarado Roque a 1500 msnm.

Vallejos O., (2016), en su tesis de pregrado "*Resistencia de plantas "Café" arábico (**Coffea arabica**) variedad '"caturra" roja' a la "Roya amarilla" (**Hemileia vastatrix**), en la región San* Martín", de la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú, tuvo como resultado clon de 800-1 000 y 1 001-1 200 m.s.n.m.m. sanos y sin presencia de la "Roya amarilla" después de la evaluación de resistencia de plantas de "Café" variedad "Caturra" roja a la "Roya amarilla". Concluye que las plantas procedentes de la Altitud 2 (1 001-1 200 m.s.n.m.m.), presentaron mejores características (Altura, Producción de hojas principales y Producción de hojas axilares) como respuesta de resistencia a la infección de la "Roya amarilla" (***Hemileia vastatrix***).

Vásquez T., (2015), en su tesis de pregrado "*Selección participativa de variedades locales promisorias de (C**offea arabica**) en productividad y tolerancia a "Roya" (**Hemileia vastatrix**) en la región San Martín*", de la Universidad Nacional de San Martín, tuvo como resultado que de acuerdo al análisis de varianza, la altitud influye significativamente en el número de entrenudos, así mismo la prueba de Duncan indica que Lamas (800-1000 msnm) es la provincia que presentó mayor número de entrenudos a diferencia de la provincia de El Dorado y Rioja a pesar que estas dos últimas pertenecen altitudes mayores (1000-1200 msnm). Concluye que, la altitud de 800-1000 msnm es el rango altitudinal que ha generado mayor productividad (número de entrenudos) para la variedad "Caturra" roja en las

provincias de Lamas y Huallaga, mientras que la altitud de 1000-1200 ha generado una alta productividad en la variedad “Pache” de las provincias de Rioja y El Dorado.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Influencia de la altura en el “Café”.

El incremento altitudinal influye en una mejora en la calidad física y organoléptica del “Café”. La altitud suele desarrollar más propiedades positivas, en la acidez y aroma, factores que influyen en mejor sabor y calidad de bebida. La influencia de la altura en la calidad del grano en su tratamiento post cosecha, evidenciaron diferencias significativas para los parámetros físicos de humedad y cantidad de grano de primera categoría donde el secado mecánico fue superior (Guevara et al., 2019).

1.2.2. Ecofisiología de las plantas

La fisiología vegetal es una disciplina que pretende describir los mecanismos del funcionamiento de las plantas que subyacen a las observaciones ecológicas; es decir, se estudian las bases del control del crecimiento, la reproducción, la supervivencia, abundancia, distribución geográfica de las plantas y además cómo estos aspectos son condicionados por el ambiente físico y químico y por la interrelación con los distintos tipos de organismos vivos que rodean a las plantas. Desde el momento en que una planta comienza su vida y hasta su muerte existen diferentes procesos organizados que la hacen crecer, incrementar su complejidad e iniciar cambios cualitativos en su crecimiento, como pueden ser la formación de flores o frutos en una época del año y el desprendimiento de las hojas en otros (Varela, 2011).

La ecofisiología, estudia los fenómenos fisiológicos fuera del laboratorio, en su medio ambiente natural, el cual está sujeto a cambios y alteraciones, como resultado de fenómenos naturales o producto de la actividad humana. En este sentido, podemos mencionar por ejemplo el aumento significativo de la concentración atmosférica de CO_2 por efecto de la actividad industrial, la quema de combustibles fósiles y el calentamiento global de la atmósfera. Este factor es difícilmente controlable, como se podría hacer al estudiar las variaciones en la concentración de CO_2 sobre la fotosíntesis, lo cual es estudiado por la fisiología vegetal, bajo condiciones de laboratorio. Las plantas en su medio ambiente natural responden a las variaciones de temperatura, intensidad de luz, humedad, concentraciones de CO_2, lo cual depende de sus adaptaciones fisiológicas (Hernández G., 2020).

El ambiente de cada planta es la totalidad de las condiciones externas que actúan sobre un individuo o comunidad de organismos (biocenosis) en un territorio definido (biotopo) (Hernández G., 2020), desde una perspectiva ecofisiológica, el análisis de la interacción de las plantas con los factores ambientales es fundamental para comprender la distribución de las especies en los diferentes ecosistemas (Varela, 2011).

1.2.3. Ecofisiología del "Café"

El "Café" ha sido ampliamente distribuido en zonas tropicales. Se conoce que el cafeto es originario del Norte de África de donde a principios del siglo XVII fue sacado por los árabes y su cultivo se expandió a Java y luego por todo el mundo, vía Ámsterdam en 1706. Actualmente casi todos los países de la franja tropical cultivan alguna especie de "Café". El tipo Robusta es de menor expansión, pero los tipos Arábicos se consideran que se pueden cultivar hasta los 22 grados de latitud norte y hasta los 26 grados sur que coincide con la zona tropical, extendiéndose ligeramente más al sur en Paraná, Brasil. De acuerdo con la clasificación de Holdridge, el "Café" en general debe cultivarse en la formación de "Bosque Húmedo de la Franja Tropical" (EETP, 1993). Entre los factores que influyen en la fisiología del "Café" (crecimiento y producción) se pueden mencionar:

Temperatura. Las altas temperaturas inhiben el crecimiento, ya que arriba de 24 °C comienza a disminuir la fotosíntesis neta, tornándose insignificante a 34 °C; el "Café" no tolera un ámbito muy amplio de temperaturas, promedios por debajo de los 16 °C y sobre los 23 °C, no son los adecuados; el rango óptimo de temperaturas entre 18 °C y 21 °C (Moacyr M. y Santos B., 1981). Por su parte Alarcón A., (2016), indica que la temperatura media óptima para los cafetales se ubica entre los 15 y 25 ºC, permitiendo una oscilación diaria de 10 ºC.

Precipitación. El "Café" crece en gran variedad de regímenes de lluvia, sin embargo, se sugiere que la precipitación optima esta entre 1200 y 1800 mm anuales; una buena distribución de la lluvia y la existencia de un periodo corto seco favorecen el crecimiento de "Café", el periodo seco está implicado en el crecimiento de la raíz, la maduración de las ramas formadas durante el periodo lluvioso, iniciación de flores y maduración de frutos (Moacyr M. y Santos B., 1981). Menos de 1000 mm anuales, limita el crecimiento de la planta y afecta la cosecha del año siguiente; período de sequía muy prolongado propicia la defoliación. Con precipitaciones mayores de 3000 mm, la calidad física y de taza puede comenzar a verse afectada; el clima de las zonas subtropicales tiene mayor importancia en el crecimiento y fructificación del cafeto que en las zonas cálidas del trópico. La productividad del cafeto

depende de un sistema complejo de factores medioambientales, tecnológicos y sociales que están interrelacionados. La temperatura y la distribución de las lluvias son dos de esos factores que afectan la fenología del cultivo, su rendimiento, la calidad del cafeto e incluso la composición de los compuestos orgánicos de la bebida (Bertrand, 2012 citado en Sarango A., 2018).

Luz – **Sombra**. Una sombra excesiva también es perjudicial, pues la planta no tiene sus funciones completas y estas se restringen o pueden disminuirse seriamente con los consabidos detrimentos de rendimientos. Este efecto desfavorable puede ser diferencial para algunas variedades, pues aquellas mejoradas como el “Caturra” o los “Bourbones”, se afectan más que algunas selecciones “del "Typica". Se conoce que las plántulas de “Café” se desarrollan mejor cuando desde el vivero hay cerca del 40% de sombra aproximadamente de la luz solar total. Como es lógico este 40% (aproximado) varía grandemente de lugar a lugar dependiendo de la altitud, la luminosidad total o diaria de la zona y la formación orográfica general del lugar. Lo que en una localidad es adecuado, en otras no lo es. Se conoce también que el grado de sombreamiento de una plantación limita la absorción de fertilizantes. Una plantación con más del 60% de sombra va disminuyendo el efecto de la fertilización al suelo hasta que en una de más de 80% de sombreamiento, la fertilización por buena u oportuna que se haga no tiene efecto (Sarango A., 2018). El “Café” por ser originario de los bosques sombríos africanos, se comporta mejor bajo niveles de sombra adecuados. La sombra densa tiene efectos negativos sobre la producción del cafeto y el exceso de radiación solar dificulta la producción sostenida, reduciendo la longevidad del cafeto. El cafeto aprovecha aproximadamente uno por ciento de la luz solar incidente para el proceso fotosintético, si la temperatura de la hoja sobrepasa los 34 º C el nivel de asimilación será prácticamente cero, por ello, el coeficiente de fotosíntesis de las plantas de “Café” bajo sombra, es más alto que cuando están a plena exposición solar. Por esta razón, la sombra en el “Café”, favorece la maduración completa del grano (Jaramillo et al., 2010 citado en (Sarango A., 2018)

Humedad relativa. La evapotranspiración local es uno de los factores que más influencia tiene de la humedad relativa. Esta a su vez depende de varios factores entre los que se destaca la temperatura que también influye sobre la presión de vapor. Aparentemente la Humedad Relativa ideal es variable para cada especie o variedad de “Café”. Se dice que para "Arábica" varía del 70 al 95%, mientras que para los "Robustas" de 80 a 90 por ciento. En general, se prefiere una Humedad Relativa baja para un mejor cultivo del cafeto, pues se conoce que la Humedad Relativa tiene una fuerte influencia sobre el desarrollo de

enfermedades fungosas y la proliferación de plagas. Si la Humedad Relativa es alta permanentemente, entonces, los problemas sanitarios pueden ser los limitantes más fuertes para un alto rendimiento, como sucede en el país en las estribaciones de las cordilleras tanto oriental como occidental o en lugares que, debido a la cantidad de lluvia, la Humedad Relativa es muy alta (Sarango A., 2018)

Suelo. Como el cafeto se cultiva en una gran cantidad de lugares en el mundo, los suelos adecuados varían mucho de una zona a otra, aún dentro de un área pequeña. Los suelos más productivos de "Café" son los litosoles arcillosos (EETP, 1993), (Guerrero L., 2012).

1.2.4. Pisos altitudinales y "Café"

Cuando definimos pisos altitudinales, se hace referencia a las alturas en msnm que otorgan ciertas características a la flora nativa o introducida, siendo esta variable una limitante muchas veces para la distribución natural de las especies; en cuanto al "Café" las zonas en que se cultiva en el Perú tienen características particulares, con paisajes colinosos entre 500 – 2600 msnm. (MINAGRI, 2003).

Evaluaciones realizadas de "Café" por rangos altitudinales (800 – 1200; 1200 – 1500; 1500 – 1800 msnm), en donde se comparó el aroma, acidez, sabor y cuerpo; destacándose el rango de 1500 a 1800 msnm en cuanto a sabor, debido a la concentración de los componentes del grano de "Café" en los aceites esenciales, azucares y ácidos orgánicos, en aroma, acidez y cuerpo no se evidenciaron características significativas, lo que nos indica que la altitud influye en la calidad de este producto (MINAGRI, 2003).

1.2.5. El "Café"

Fue introducido por inmigrantes franceses en América Central a principios del siglo XVIII, pero luego los holandeses extendieron su cultivo hacia América del Sur. A mediados del siglo XVIII el "Café" ya era producido en Chanchamayo, Moyobamba, Jaén, Huánuco y Cusco, para el consumo local y para la exportación a Alemania, Chile y Gran Bretaña. La reforma agraria decretada por el gobierno militar de 1968 afectó enormemente el desarrollo de la agricultura peruana y fue un factor determinante para la aparición de pequeños caficultores que la actualidad constituyen el grueso de los productores de "Café" en el país (INFOCAFES, 2019). El "Café" se desarrolla con relativa facilidad desde los 600 hasta los 1,800 metros sobre el nivel del mar en casi todas las regiones geográficas del Perú. Sin embargo, el 75% de los cafetales está sobre los 1,000 msnm. En concordancia con las tendencias actuales, algunos grupos de agricultores peruanos se han especializado y trabajan

en “Café” orgánico y otros cafés especiales, reconocidos por su perfil y características peculiares como calidad de taza, acidez y sabor balanceado que se ajusta bien a los microclimas, temperatura y la estricta altura (1,400 – 1,800 msnm) (AGROBANCO, 2007).

Clasificación Taxonómica del “Café”

Reino : Plantae

División : Dicotiledóneas

Clase : Dicotiledóneas

Orden : Rubiales

Familia : Rubiáceas

Género : Coffea

Especies : *arábica, canephora, ibérica*

Influencia de las variables climáticas en el café.

La fenología es el estudio de la secuencia temporal de las distintas fases por las que atraviesa un organismo a lo largo de su ciclo de vida. Las especies perennes tienen también ciclos anuales regidos por la estacionalidad o factores climáticos (radiación solar e insolación, temperatura y humedad) (Villers et al. 2009).A temperaturas por debajo de 10ºC durante largos periodos de tiempo se puede llegar a producir clorosis y detención en el crecimiento de las hojas debido a la muerte de los cloroplastos. Por debajo de los 15ºC la planta de café empieza a mostrar reducción de la producción, quema de hojas y brotes nuevos. Las temperaturas más altas llevan a un declive en la producción y polinización de granos de café porque reduce la distancia de los tubos de polen disminuyendo las oportunidades de fertilización de los óvulos. El desarrollo de las yemas y el crecimiento del fruto ocurren a temperaturas cercanas a 23ºC durante el día y 17ºC durante la noche, para la iniciación de flores y la maduración del fruto se necesita una buena distribución de la lluvia a lo largo del año y la existencia de un periodo seco que dure de tres a cuatro meses. Las temperaturas por encima de 24ºC limita la floración como el llenado de los frutos y a temperaturas promedios de 26ºC o superior se presenta fructificación con frutos maduros, verdes y flores en una misma rama (Jaramillo R. y Valencia A. 1980).Un cafeto tiene una vida útil económica de la plantación que raramente llega a los 30 años. La plántula de café emerge entre los 45 y 50 días, después pasa al vivero y del vivero al trasplante definitivo en el campo cuando la planta tiene de cinco a seis meses de edad y esta tenga por lo menos seis pares de hojas verdaderas. El café toma tres años desde la germinación de la semilla hasta

la producción de frutos (Tinoco y A 2013).

1.2.6. Descripción de las variedades de "café" estudiadas

Caturra. Se caracteriza por sus entrenudos cortos, de lo cual se deriva el porte bajo de la planta, su tronco grueso, sus ramas laterales abundantes con numerosas ramificaciones secundarias que dan a la planta un aspecto vigoroso y frondoso. Las hojas nuevas son de color verde claro y cuando maduran de un color verde intenso un poco más ancha y proporcionalmente más largas que las de "Bourbon", en el mutante rojo de "Caturra", los frutos adquieren un color rojo vinoso a la madurez, mientras que el mutante amarillo, un color amarillo. Este último ha mostrado algo más de productividad, pero menor retención de los frutos maduros en relación a la "Caturra rojo" (DAS, 2015); muy susceptible a "Roya", Adecuado para suelos de buena fertilidad (Marín C., 2012).

Pache. Planta compacta, rendimiento bajo a medio, buena calidad de taza, muy susceptible a la "Roya", el tamaño del árbol es ligeramente menor al "Caturra" los brotes de las hojas son de color bronce, sus granos tienen buen peso y son muy resistentes a la caída en la maduración (DAS, 2015); Recomendado para zonas de 1200 m de altitud y suelos de buena fertilidad (Marín C., 2012).

Catimor. La variedad "Catimor" se origina del cruzamiento del "Caturra rojo" con el Híbrido de Timor. El "Café" "Catimor" se caracteriza por su porte bajo, su tronco de grosor intermedio, su considerable número de ramas laterales que forman una copa inmediatamente vigorosa y compacta. Además de su productividad relativamente alta muestra un comportamiento favorable con respecto a la enfermedad de la "Roya", por lo menos a las razas del hongo ***Hemileia vastratrix*** que proliferan en la caficultura nacional (DAS, 2015).

1.2.7. "Roya" (Hemileia vastatrix)

Hongo que está presente en todas las regiones del mundo donde se cultiva "Café", de la familia de los Uredinales que se especializa en parasitar células vegetales vivas, lo que implica requerimientos nutricionales muy especiales, que hacen de este hongo un parásito obligado, que no puede sobrevivir en el suelo o en material vegetal inerte. El hongo ***Hemileia vastatrix*** necesita condiciones muy particulares para parasitar las hojas de la planta de "Café". La salpicadura de la lluvia inicia el proceso de dispersión entre las hojas y entre plantas. La cantidad de horas que permanece la superficie de la hoja mojada, sea por lluvias,

rocío o condensación; y la persistencia de una mayor cantidad de horas con temperaturas entre el rango de 18 °C a 28 °C, son los factores del clima que más influyen para que la enfermedad se desarrolle rápidamente. En las zonas de altitud baja, donde prevalece una temperatura cálida y una condición muy lluviosa gran parte del año, el progreso de la enfermedad es más intenso y anticipado. Las zonas con altitud media, tienen condiciones de lluvia favorables para la enfermedad y en las zonas altas se observa un lento desarrollo de la enfermedad debido a las temperaturas más frescas de la región (INIA, 2013).El proceso infectivo de la "Roya amarilla" del cafeto comienza con los primeros síntomas de la enfermedad que aparecen en el envés de las hojas, observándose pequeñas lesiones o manchas redondas color amarillo pálido, de 1 a 3 milímetros de diámetro.

Estas manchas son traslúcidas al examinarse contra la luz y se asemejan a manchas de aceite. Las manchas gradualmente aumentan de tamaño y se unen formando manchas características de color amarillo o naranja, con presencia de polvo fino amarillo, ahí es donde se producen las esporas del hongo. En este estado de desarrollo al tocar la lesión con el dedo, las esporas se adhieren a él. Cuando son abundantes las esporas se desprenden fácilmente formando una ligera nube de color naranja. Si existen muchas lesiones o manchas, estas crecen hasta unirse unas con otras cubriendo toda la hoja y provocando su caída. Cuando las manchas de la "Roya" envejecen, el polvo anaranjado se torna de un color naranja pálido y posteriormente en el centro de la lesión amarilla surge una mancha de color "Café" marrón o negro de apariencia seca, que crece hasta cubrir toda la superficie de la lesión y donde no se producen esporas.También es posible observar alrededor de la mancha marrón, en muchas ocasiones un borde de color amarillo. Este tipo de mancha se aprecia con mayor frecuencia al final de la epidemia de la enfermedad en el periodo seco. La germinación de esporas requiere la presencia de agua libre por lo menos 6 horas y también es favorecida con temperaturas entre 21°C a 25 °C y condiciones de oscuridad. El apresorio para formarse requiere de unperiodo de 5,3 a 8,5 horas. La germinación es inhibida por la luz y cuando se evapora el agua de la hoja, ya que afecta el crecimiento de los tubos germinativos. Sin embargo, luego de germinar, el hongo penetra en las hojas a través de las aberturas naturales (estomas) situadas en el envés de las hojas maduras. Una vez que ha penetrado al interior de la hoja, el hongo desarrolla unas estructuras denominadas haustorios, los cuales entran en contacto con las células de la planta y con éstos extraen los nutrientes para su crecimiento. Luego de transcurridos 30 días, después de la colonización, el hongo está lo suficientemente maduro como para diferenciarse en estructuras llamadas soros, que son las encargadas de producir nuevas uredosporas. El tiempo transcurrido desde la infección hasta la producción de esporas se denomina periodo de latencia (INIA, 2013).

1.3. Definición de términos.

Catimor. Variedad de "Café" Arábica, planta de alto rendimiento adaptada a las altitudes más bajas. Requiere alta fertilización. Variedad no homogénea (WCR, 2018).

Caturra. Variedad de "Café" Arábica, planta compacta con un buen potencial de rendimiento y de calidad estándar en Centroamérica muy alta susceptibilidad a la roya (WCR, 2018).

Ecofisiología. Es un campo de la ecología que se encarga del estudio de los procesos fisiológicos de los organismos vivos bajo el dominio de factores ambientales (Terradas, 2001).

Evapotranspiración. Es la suma de dos fenómenos que tiene lugar en la relación cultivo - suelo, la transpiración del cultivo y la evaporación del suelo, la misma constituye la perdida fundamental de agua, a partir de la cual se calcula la necesidad de agua de los cultivos (EcuRed, 2011).

Fisiología. Ciencia que estudia los fenómenos vitales de los organismos vegetales vivos (Terradas, 2001).

Fisiología vegetal. Es una subdisciplina de la botánica, se encarga del estudio de todas las actividades que estén relacionadas con las plantas, en escala, tiempo y tamaño (Terradas, 2001).

Humedad Relativa. La humedad relativa es la cantidad de vapor de agua que existe en un ambiente en relación a la cantidad de vapor de agua que podría estar contenida en su máximo punto en ese aire a una temperatura determinada (Olmo, 2012).

Morfología. (biol), disciplina encargada del estudio de la estructura de un organismo o características. estructura externa (forma, color, estructura) estructura interna (huesos y órganos) (EcuRed, 2011).

Pache. Variedad de "Café" Arábica, planta compacta, rendimiento bajo a medio, buena calidad de taza, muy susceptible a la "Roya" (WCR, 2018).

Precipitación. Es cualquier producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra (DIRAE, 2012).

Temperatura.- Es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente. Dicha magnitud está vinculada a la noción de frío (menor temperatura) y caliente (mayor temperatura) (DIRAE, 2012).

CAPÍTULO II
MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del área de estudio.

La zona de estudio se ubica:

País: Perú

Departamento: San Martin

Provincia: Moyobamba

Distrito: Jepelacio

Localidades: San Vicente, Jepelacio, Shucshuyacu, Barranquita y Potrerillo.

2.2. Climatología, geología y suelos del área de estudio.

Jepelacio es uno de los seis distritos que conforman la Provincia de Moyobamba en el Departamento de San Martín, su clima predominante con presencia de lluvias con alta frecuencia en los meses de enero a abril y octubre a diciembre, variando de cálido a húmedo; la precipitación media anual es de 1512 mm aproximadamente; la temperatura media estimada es de 22,3 °C (21.2 y 23.6 ºC), y una humedad relativa promedio de 85 %; los suelos son limoarenosos, producto de la meteorización del substrato rocoso, con laderas de moderada a fuerte pendiente (25 a 45°); se encuentran afloramientos de rocas arcillosas, arenosas y calcáreas. Por encontrarse en capas delgadas y estar intensamente fracturadas estas rocas son susceptibles a la generación de movimientos en masa. En el caso de las rocas arcillosas y limosas, estas son altamente deleznables y desmoronables (Núñez y Villacorta, 2013), (CONHYDRA 2018).

2.3. Características socioeconómicas de la población.

Según el último censo el distrito de Jepelacio, cuenta con 15377 habitantes (INEI 2018), con una población proyectada al 2020 de 15 927 habitantes (INEI 2020); se encuentra situado a 1 113 msnm. La población del distrito se dedica a diferentes actividades como la agricultura donde destaca la producción del cultivo de “Café”, arroz y caña de azúcar artesanal entre ellas tenemos la chancaca, asimismo, los pobladores se dedican a la crianza de ganado vacuno y aves de corral (Núñez y Villacorta, 2013).

2.4. Materiales, herramientas y equipos usados.

Materiales y EPP	Herramientas y equipos	Útiles de escritorio
- Bolsas de polipropileno	- Palanas	- Carpetas de campo
- Bolsas para almacigo	- Carretilla	- Cuadernos de campo
- Plástico	- Balde	- Marcador indeleble

- Etiquetas
- Cordel
- Estacas
- Jiffi
- Semillas de “Café”
- Tierra negra
- Arena de río
- Guantes
- Botas de jebe
- Impermeables
- Sombreros
- Gafas de sol
- Regadera
- Cernidora de tierra
- Machetes
- Excavadoras
- Autoclave
- Cinta métrica
- Mastech MS6300
- Regla milimetrada
- Papel bond a4
- Lapiceros
- Lápices y sacapuntas
- Folder manila
- Tableta sujetapapeles

2.5. Métodos

2.5.1. Metodología en fase de vivero y laboratorio

La metodología propuesta en la Guía de buenas prácticas en el manejo de vivero de “Café” de la World Coffee Research (WCR, 2019); que para los efectos se realizó en el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), los procedimientos para cada una de los procesos metodológicos se siguieron de acuerdo a los instrucciones de los especialistas del IIAP y asesor y se siguió las diferentes metodologías propuestas por los autores, WCR, (2019), SAGARPA, (2017), Marín, (2012) y Guerrero L., (2012).

Recolección de semillas. Se siguió la metodología propuesta por Sosa, (2017). La colecta de semillas de las variedades de “Café” “Pache” y “Caturra” se realizó en la provincia de Huallaga, distrito de Piscoyacu, caserío Agua azul, finca del propietario Esteban Zamora Cerna y la colecta de las semillas de la variedad “Catimor”, en el centro poblado de Chirapa, finca del propietario Marcelino Tapullima Pashanasi.

Esterilización del sustrato. Se realizó siguiendo la metodología estándar para esterilización en autoclave (esterilización física), a fin de eliminar microorganismos del sustrato compuesto de 2 kg de una mezcla de tierra negra, arena de rio y jiffi en proporción 40:40:20, y sometido a 131 °C y 15 bar durante 1 hora.

Camas almacigueras. Las camas almacigueras contenían sustrato (arena de río) esterilizada en autoclave a 131 °C y 15 bar durante 1 hora; un aproximado de 40 kg de arena de río por cada cajón. Se usaron aproximadamente 500 semillas por variedad, que fueron

sembradas en posición ventral en surcos pequeños de 1cm de profundidad a 5cm entre hileras y 1cm entre semillas.

Llenado de bolsas para plantones de "Café". Las bolsas usadas fueron de 1kg (17,5 cm de largo por 13,5 cm) donde se colocó sustrato esterilizado, estas se llenaron doblando las puntas de la bolsa y presionando con los dedos el sustrato hacia abajo para compactarlo de tal manera que la bolsa quedo llena de manera uniforme con el sustrato.

Repique de plantas por semilla botánica. El repique se realizó sacando con cuidado las plántulas cuando estas empezaron a germinar sus falsas hojas, esto se realizó en horas de la mañana entonces utilizando un palo con punta aguda se procedió a realizar los huecos en la parte central de la bolsa, para posteriormente colocar las plántulas considerando que la raíz se ubique en posición recta, para después poner la raíz de manera que las raicillas no se doblen y ubicándolas en un nivel debajo y cercano al ras de la bolsa. Posteriormente se rego las semillas asegurando que el suelo permanezca húmedo, sin saturarlo para no propiciar el crecimiento de microrganismos como hongos que pueden enfermar la planta de "Café".

2.5.2. Diseño experimental

Constituido por 12 Tratamientos, con 3 repeticiones, distribuidos en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), además la unidad experimental conto con 16 plantas de "Café", de las cuales 4 fueron evaluables, habiendo un total de 576 plantas de las cuales 144 fueron evaluadas.

Tabla 1

Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Piso altitudinal (msnm)	Variedad de "Café"
T1	1000	"Caturra"
T2	1000	"Pache"
T3	1000	"Catimor"
T4	1100	"Caturra"
T5	1100	"Pache"
T6	1100	"Catimor"
T7	1200	"Caturra"
T8	1200	"Pache"
T9	1200	"Catimor"
T10	1300	"Caturra"
T11	1300	"Pache"
T12	1300	"Catimor"

2.5.3. Ubicación y establecimiento de las parcelas de estudio

La ubicación de las parcelas se coordinó con especialistas del IIAP; los criterios para la instalación de las parcelas fueron: Área, 600 m^2; Altitud, 1000 a 1300 msnm; Suelos, Arcillosos a franco arcilloso; Pendiente, máximo 10 % además de vías de acceso y disposición del propietario para el establecimiento de la parcela.

Tabla 2

Ubicación geográfica de las parcelas de estudio.

N° de parcela	Poblado	Propietario	Pendiente %	Altitud (msnm)	Coordenadas
01	Barranquita	Segundo Aladino Tuesta Valles	2	1066	E-0290227 N-9316749
02	Jepelacio	Luis vela bardales	4	1138	E-0286478 N-9320147
03	San Vicente	Isidora Delgado Vidarte	8	1203	E-0284417 N-9325576
04	San Vicente	Máximo Angulo Salon	10	1334	E-0283208 N-9325757

Todas las parcelas tienen un área de 600 m^2 y son suelos del tipo arcilloso a franco arcilloso.

2.5.4. Evaluación de los parámetros meteorológicos de cuatro pisos altitudinales.

En esta fase se analizó tres parámetros meteorológicos (temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial) en cuatro pisos altitudinales (1000, 1100, 1200 y 1300 msnm) en la zona de estudio; el registro de datos se realizó diariamente durante los meses de noviembre 2019 a enero 2020; el registro de temperatura y humedad relativa mediante medidor ambiental Mastech MS6300; el registro de precipitación se obtuvo del pluviómetro instalados en las parcelas de estudio.

La temperatura y la humedad relativa dependen de la latitud, longitud y altitud; mientras que la precipitación se ve afectada por la altitud y la vegetación, y es una variable aleatoria, no se sabe si es mayor a mayor altitud o a menor altitud. (Lozano, 2019), Midiendo entre las 6:00 a.m. a 8:30 a.m. se podrá medir la temperatura mínima y midiendo entre las 12:00 p.m. y 3 p.m. (Sánchez laurel, 2019); se podrá medir la temperatura máxima, de modo que se obtenga una temperatura promedio al igual que la humedad relativa. Mientras que la precipitación se mide cada 12 o cada 24 horas y a la misma hora para que haya homogenización de los datos y siguiendo las indicaciones de la Organización Meteorológica

Mundial se construyó un pluviómetro manual a una altura de 1,80 m, evitando efectos del viento y salpicaduras, con un área de captación de 200 cm^2 y colocado en un lugar despejado (Lozano, 2019). El procesamiento de datos se efectuó mediante un análisis descriptivo comparativo en cada uno de los meses, por piso altitudinal.

2.5.5. Comportamiento morfológico de plantas de "Café", (variedades "Caturra", "Pache" y "Catimor") en cuatro pisos altitudinales

Para evaluar las características morfológicas de las plantas de "Café" (variedades "Caturra", "Pache" y "Catimor"), en los cuatro pisos altitudinales (1000, 1100, 1200 y 1300 msnm) se tomó el registro mensual (noviembre 2019 – febrero 2020), en los que se verificó altura de planta (cm), numero de hojas y numero de ramas; además se verifico la incidencia[1] (I) y severidad[2] (S) de la "Roya" (%) usando la siguientes ecuaciones y escala de Severidad para "Roya" propuesto por SENASA:

$$I = \frac{Nhr}{Nhm}\ x\ 100 \quad \ldots\ldots \quad 1$$

$$S = \frac{(N0x0)+(N0x1)+(N0x2)+(N0x3)+(N0x4)}{N\ x\ 4}\ x\ 100 \quad \ldots\ldots \quad 2$$

Donde:

N*hr* = Número de hojas con presencia de "Roya" N*hm* = Número de hojas muestreadas

$N_{(0,\ 1,\ 2,\ 3,\ 4)}$ = # Hojas con valor 0, 1, 2, 3, 4 de la escala.

Tabla 3

Escala de Severidad para "Roya".

Grado o Calificación	Descripción
0	Sano o sin síntomas visibles
1	Síntomas visibles llegando de 1 a 5% del área total sana
2	Las manchas empiezan a unirse, llegando a ocupar del 6 al 20% del área sana
3	Las hojas comienzan a necrosarse de manera muy notoria, afectando del 21 al 50% del área sana
4	Mayor al 50 del área foliar se encuentra afectada

Fuente SENASA, (2012)

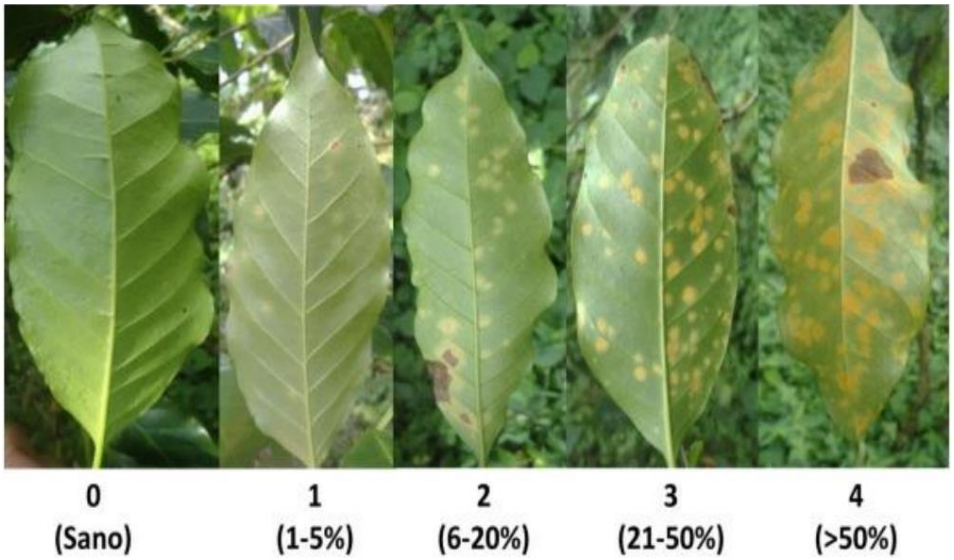


Figura 1. Diagrama del grado de la escala de Severidad.

El procesamiento de datos se efectuará mediante el análisis descriptivo comparativo en cada uno de los meses, por piso altitudinal y por variedad de "Café".

2.5.6. Influencia de los parámetros meteorológicos en la morfología de plantas de "Café", en cuatro pisos altitudinales

Para el análisis de los datos se aplicó un experimento bajo un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo bi-factorial (4A*3B) con la interacción de 3 bloques y 12 tratamientos. Donde los factores lo constituyen: Factor A: Altitud (msnm) con cuatro niveles: 1000, 1100, 1200 y 1300 msnm y Factor B: Variedad plantación de "Café" con tres niveles: "Caturra", "Pache" y "Catimor"; las variables respuestas que son: Altura de planta (cm), Número de hojas, Número de ramas, Incidencia y Severidad de la "Roya" (%); el nivel de significancia de los tratamientos mediante análisis de varianza, y para las comparaciones múltiples prueba de Tuckey con un nivel de significancia del 5%.

El procesamiento se realizó con software SPSS e InfoStat, previa comprobación de supuestos de homogeneidad de varianzas y los residuos obtenidos se ajustan a la distribución normal e mantienen independencia. Modelo aditivo lineal: el modelo estadístico para un diseño Bloques completo al azar (DBCA) con arreglo bi- factorial es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Para i = 1, 2, … a; j = 1, 2, … b; k = 1,2, …r; t= ab

i = 1, 2, 3, 4 niveles del factor A; j = 1, 2, 3 niveles del factor B; k = 1, 2, 3

bloques Donde: Y_{ijk} = es la repuesta en las variables de estudio en la i- ésimo nivel del factro A y j- ésimo nivel del factor B experimentado en el k- ésimo bloque.

μ = Media general.

R_k =Efecto del bloque

α_i = Efecto de la i- ésimo nivel del factor A B_j = Efecto de la j-ésimo nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ =Efecto de la interacción de la i-ésimo factor de A y de la j- ésimo factor de B

ε_{ijk} = Error experimental.

Nivel de significancia = 5%.

Prueba de comparaciones múltiples: Para las comparaciones múltiples smediante la prueba estadística de distribución Tukey con nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$). Los datos de los resultados obtenidos fueron procesados y analizados con el software SPSS.

Las hipótesis de interés para los tres efectos fueron

H0: Efecto del factor (A) = 0

H1: Efecto del factor (A) $\neq$ 0

H0: Efecto del factor (B) = 0

H1: Efecto del factor (b) $\neq$ 0

H0: Efecto del factor (A) x el factor (B) = 0

H1: Efecto del factor (A) x el factor (B) $\neq$ 0

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación de los parámetros meteorológicos de cuatro pisos altitudinales

Los pisos altitudinales están comprendidos entre 1000, 1100, 1200 y 1300 msnm, en los que se evaluaron los parámetros de: temperatura (°C), humedad relativa (%) y precipitación pluvial (mm) sobre las características morfológicas de las variedades de café "Caturra", "Pache" y "Catimor".

Tabla 4

Indicadores estadísticos parámetros meteorológicos mes de noviembre 2019.

Variables	n	Min	Max	Rango	Media	Dv. Std.	C.V. %
Altitud 1000 msnm							
Temperatura	30	22.60	30.45	7.85	26.99	1.62	6.00
H. Relativa	30	64.65	89.25	24.60	74.54	5.34	7.17
Precipitación P.	30	0.00	41.45	41.45	5.16	8.50	164.94
Altitud 1100 msnm							
Temperatura	30	22.50	30.00	7.50	26.82	1.41	5.27
H. Relativa	30	66.10	89.75	23.65	75.44	4.90	6.50
Precipitación P.	30	0.00	28.55	28.55	6.26	8.09	129.16
Altitud 1200 msnm							
Temperatura	30	20.90	24.20	3.30	22.98	0.66	2.88
H. Relativa	30	67.05	83.25	16.20	74.59	3.66	4.91
Precipitación P.	30	0.00	48.75	48.75	6.61	11.50	173.84
Altitud 1300 msnm							
Temperatura	30	22.25	28.55	6.30	26.18	1.26	4.81
H. Relativa	30	67.75	86.00	18.25	74.52	4.50	6.04
Precipitación P.	30	0.00	50.50	50.50	6.80	12.56	184.60

La tabla 4, muestra que la temperatura media durante el mes de noviembre ha mantenido promedios cercanos (26.99, 26.82 y 26.18 °C) en altitudes de 1000, 1100, y 1300 msnm respectivamente, siendo en la altitud de 1200 msnm que presenta un promedio menor de 22.98 °C, su distribución presenta una alta homogeneidad (estabilidad) con coeficientes de variación menores al 6.0%; la humedad relativa presenta un promedio parecido en los cuatro pisos altitudinales (1000, 1100, 1200 y 1300 msnm) de 74.54, 75.44, 74.59 y 74.52% respectivamente, sus distribución registra una alta homogeneidad (estabilidad) con

coeficientes de variación menores a 7.17%; la variable precipitación también presenta promedios parecidos en los pisos altitudinales de 1000, 1100, 1200 y 1300 msnm, siendo sus valores de 5.16, 6.26, 6.61 y 6.80 mm respectivamente, pero sus altos coeficientes de variación mayores 129.16% determinan una distribución altamente heterogénea e inestable, esto por la ausencia de este fenómeno en algunos días del período evaluado, ya que registra mínimos de 0.0 mm en todos los pisos altitudinales. De los factores meteorológicos la precipitación es el parámetro que podría influir en el desarrollo en las características morfológicas de las variedades de "Café" en estudio.

Tabla 5

Indicadores estadísticos parámetros meteorológicos mes de diciembre 2019.

Variables	n	Min	Max	Rango	Media	Dv. Std.	C.V. %
Altitud 1000 msnm							
Temperatura	31	23.00	29.60	6.60	25.76	1.78	6.90
H. Relativa	31	65.30	88.35	23.05	76.11	5.88	7.72
Precipitación P.	31	0.00	36.45	36.45	6.68	9.64	144.20
Altitud 1100 msnm							
Temperatura	31	22.50	30.60	8.10	26.65	1.61	6.04
H. Relativa	31	66.10	89.75	23.65	75.43	5.06	6.70
Precipitación P.	31	0.00	29.55	29.55	5.88	6.88	117.05
Altitud 1200 msnm							
Temperatura	31	20.90	24.40	3.50	23.04	0.68	2.96
H. Relativa	31	68.20	82.95	14.75	75.79	3.60	4.75
Precipitación P.	31	0.00	34.70	34.70	8.48	8.89	104.90
Altitud 1300 msnm							
Temperatura	31	22.25	28.15	5.90	26.14	1.24	4.73
H. Relativa	31	67.25	86.00	18.75	75.03	3.77	5.03
Precipitación P.	31	0.00	33.85	33.85	6.81	7.69	112.99

La Tabla 5, consigna que la temperatura media durante el mes de diciembre ha mantenido promedios muy parecidos (25.76, 26.65 y 26.14 °C) en altitudes de 1000, 1100, y 1300 msnm respectivamente, siendo en la altitud de 1200 msnm que presenta un promedio menor de 23.04 °C, su distribución presenta una alta homogeneidad (estabilidad) con coeficientes de variación menores al 6.9%; la humedad relativa presenta un promedios cercanos en los cuatro pisos altitudinales (1000, 1100, 1200 y 1300 msnm) de 76.11, 75.43, 75.79 y 75.03% respectivamente, sus distribución registra una alta homogeneidad (estabilidad) con coeficientes de variación menores a 7.72%; la variable precipitación presenta promedios

diferenciados, así en los pisos altitudinales de 1000, y 1300 msnm, con valores cercanos de 6.68 y 6.81 mm, mientras que en los pisos altitudinales de 1100 y 1200 msnm se tiene promedios diferenciados de 5.88 y 8.48 mm respectivamente, luego sus altos coeficientes de variación mayores 104.90% determinan una distribución altamente heterogénea e inestable, esto debido por la ausencia de este fenómeno en algunos días del período evaluado, registra mínimos de 0.0 mm en todos los pisos altitudinales. De los factores meteorológicos la precipitación es el parámetro que podría influir en el desarrollo en las características morfológicas de las variedades de "Café" en estudio.

Tabla 6

Indicadores estadísticos parámetros meteorológicos mes de Enero 2020.

Variable	n	Min	Max	Rango	Media	Dv. Std.	C.V. %
Altitud 1000 msnm							
Temperatura	14	21.50	29.55	8.05	25.10	2.50	9.97
H. Relativa	14	63.50	84.25	20.75	72.85	7.13	9.78
Precipitación P.	14	0.00	17.61	17.61	2.52	4.81	191.34
Altitud 1100 msnm							
Temperatura	14	22.50	28.00	5.50	25.93	1.65	6.36
H. Relativa	14	64.70	89.75	25.05	74.13	7.80	10.52
Precipitación P.	14	0.00	5.60	5.60	1.10	1.86	169.80
Altitud 1200 msnm							
Temperatura	14	20.90	24.70	3.80	23.36	1.09	4.65
H. Relativa	14	63.95	82.85	18.90	73.16	6.21	8.48
Precipitación P.	14	0.00	6.75	6.75	1.74	2.41	138.28
Altitud 1300 msnm							
Temperatura	14	22.25	29.05	6.80	26.00	1.85	7.11
H. Relativa	14	62.75	86.00	23.25	73.22	7.35	10.04
Precipitación P.	14	0.00	7.10	7.10	1.36	2.17	159.15

En la Tabla 6, se muestra que la temperatura media durante el mes de enero ha mantenido promedios no diferenciados (25.10, 25.93, 23.36 y 26.00 °C) en altitudes de 1000, 1100, 1200 y 1300 msnm respectivamente, su distribución presenta una alta homogeneidad (estabilidad) con coeficientes de variación menores al 9.97%; la humedad relativa presenta promedios cercanos en los cuatro pisos altitudinales (1000, 1100, 1200 y 1300 msnm) de 72.85, 74.13, 73.16 y 73.22% respectivamente, sus distribución registra una buena homogeneidad (estabilidad) con coeficientes de variación menores a 10.52%; la variable precipitación presenta promedios parecidos (pero bajos respecto a los meses de noviembre

y diciembre) en los pisos altitudinales de 1000, 1100, 1200 y 1300 msnm, siendo sus valores de 2.52, 1.10, 1.74 y 1.36 mm respectivamente, pero sus altos coeficientes de variación mayores 138.28% determinan una distribución altamente heterogénea e inestable, esto por la ausencia de este fenómeno en algunos días del período evaluado, ya que registra mínimos de 0.0 mm en todos los pisos altitudinales. De los factores meteorológicos la precipitación es el parámetro que podría influir en el desarrollo en las características morfológicas de las variedades de "Café" en estudio.

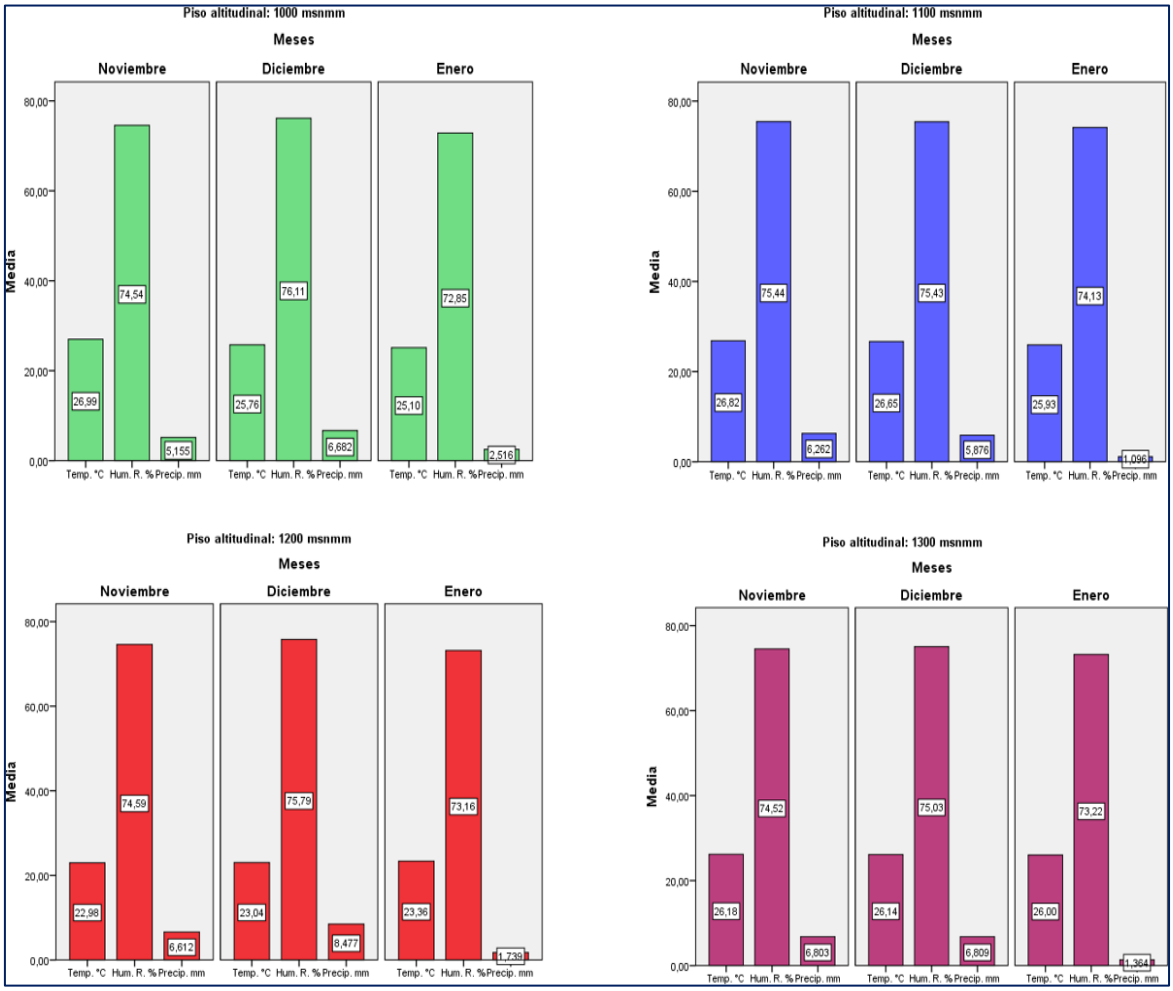


Figura 2. Medias de los parámetros meteorológicos por pisos altitudinales y meses.

La Figura 2, muestra gráficamente y en resumen que los parámetros de temperatura (°C) y humedad relativa (%) mantienen promedios estables (cercanos) a través de los pisos altitudinales de 1000, 1100, 1200 y 1300 msnm y de los meses de noviembre, diciembre y enero. El parámetro precipitación (mm) tiene promedios bastante diferenciados a través de los pisos altitudinales y de los meses evaluados en el estudio.

3.2. Determinar el comportamiento morfológico de plantas de "Café", variedades "Caturra", "Pache" y "Catimor" en cuatro pisos altitudinales.

Comportamiento morfológico del "Café", variedades "Caturra", "Pache" y "Catimor", instaladas en cuatro pisos altitudinales (1000, 1100, 1200 y 1300 msnm)

Tabla 7

Indicadores estadísticos de las características morfológicas, variedad de "Café" y piso altitudinal en el mes de noviembre.

Variable	n	Min	Max	Rango	Media	Dv. Std.	C.V. %
Altitud 1000 msnm, y variedades: 1 "Caturra" 2 "Pache" 3 "Catimor"							
Altura cm (1)	12	5.5	14.0	8.5	9.14	2.85	31.18
N hojas (1)	12	3.0	16.0	13.0	9.67	4.74	49.02
Altura cm (2)	12	7.0	12.7	5.7	10.23	1.79	17.50
N hojas (2)	12	2.0	16.0	14.0	11.58	4.76	41.11
Altura cm (3)	12	14.0	22.0	8.0	18.14	2.34	12.90
N hojas (3)	12	11.0	17.0	6.0	14.58	1.88	12.89
Altitud 1100 msnm, y variedades: 1 "Caturra" 2 "Pache" 3 "Catimor"							
Altura cm (1)	12	7.0	11.2	4.2	9.18	1.41	15.36
N hojas (1)	12	4.0	15.0	11.0	11.25	2.96	26.31
Altura cm (2)	12	8.0	13.0	5.0	9.97	1.52	15.25
N hojas (2)	12	7.0	14.0	7.0	10.67	2.10	19.68
Altura cm (3)	12	13.0	22.0	9.0	17.75	2.22	12.51
N hojas (3)	12	9.0	14.0	5.0	12.42	1.62	13.04
Altitud 1200 msnm, y variedades: 1 "Caturra" 2 "Pache" 3 "Catimor"							
Altura cm (1)	12	4.0	13.0	9.0	8.42	2.46	29.22
N hojas (1)	12	2.0	15.0	13.0	8.33	3.96	47.54
Altura cm (2)	12	9.0	16.0	7.0	11.03	2.16	19.58
N hojas (2)	12	7.0	16.0	9.0	12.58	2.64	20.99
Altura cm (3)	12	16.0	21.0	5.0	18.13	1.46	8.05
N hojas (3)	12	12.0	16.0	4.0	14.00	1.28	9.14
Altitud 1300 msnm, y variedades: 1 "Caturra" 2 "Pache" 3 "Catimor"							
Altura cm (1)	12	6.0	11.5	5.5	8.73	1.85	21.19
N hojas (1)	12	3.0	16.0	13.0	9.00	3.77	41.89
Altura cm (2)	12	9.0	11.0	2.0	9.64	0.70	7.26
N hojas (2)	12	5.0	14.0	9.0	11.33	2,50	22.07
Altura cm (3)	12	15.0	22.0	7.0	19.46	2.41	12.38
N hojas (3)	12	6.0	16.0	10.0	13.67	2.61	19.09

La tabla 7, muestra las características morfológicas e indicadores estadísticos de las variedades de “Café” (“Caturra”, “Pache” y “Catimor”) en cuatro pisos altitudinales correspondiente al mes de noviembre:

La variedad “Caturra” presenta promedios de altura (cm) de 9.14, 9.18, 8.42, y 8.73 cm respectivamente en los pisos altitudinales de 1000, 1100, 1200 y 1300 msnm, siendo medidas cercanas en valor absoluto, además presenta coeficientes de variación en un rango de 15.36 a 31.18 consignando a una distribución heterogénea (no estable); el número de hojas presenta promedios de 9.67, 11.25, 8.33 y 9.0 en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm respectivamente, medidas que consideramos diferenciadas, su distribución presenta coeficientes mayores a 26.31% determinando una alta heterogeneidad de su comportamiento (no estable).

La variedad “Pache” registra promedios de altura (cm) de 10.23, 9.97, 11.03 y 9.64 cm. respectivamente en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm medidas que pueden ser considerados cercanas, sus coeficientes de variación están en el rango 7.26 a 19.58 determinando una distribución heterogénea moderada (relativamente estable); la característica número de hojas tiene promedios de 11.58, 10.67, 12.58, y 11.33 respectivamente en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm, medidas consideradas similares; la distribución de esta característica presenta coeficientes de variación de 19.68 a 41.11% lo que determina que es heterogénea en todos los pisos altitudinales considerados en el presente estudio.

En la variedad “Catimor” se registran valores promedios de altura de planta en 18.14, 17.75, 18.3 y 19,46 cm respectivamente en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm, medidas similares y las más altas respecto a las variables de “Pache” y “Caturra” en orden descendente; el otro aspecto importante del comportamiento de la distribución de la altura de planta, se registra coeficientes de variación menores a 12.9% lo que indica una alta homogeneidad de esta característica, determinando una mejor estabilidad respecto a las variedades “Pache” y “Caturra” involucradas en el presente estudio; la característica número de hojas presenta promedios de 14.58, 12,42, 14,0 y 13.67 en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm respectivamente, medidas similares pero más altas respecto a las variedades “Pache” y “Caturra” , en lo que respecta al comportamiento de la distribución de esta variable se tienen coeficientes de variación de 9.44 a 19.09% con una moderada heterogeneidad, siendo la variedad con mejor estabilidad respecto a las otra variedades en el presente estudio.

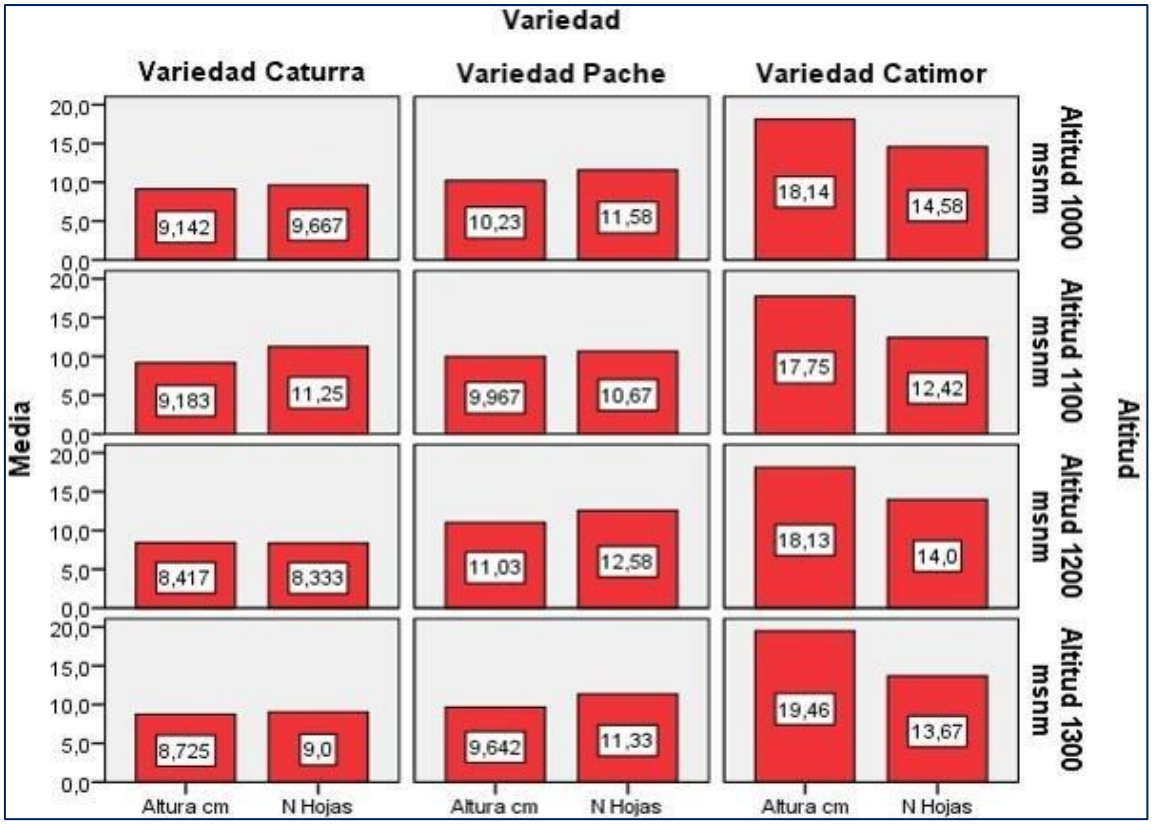


Figura 3. Promedios de Variedad por piso altitudinal de altura (cm) y N° de hojas. Noviembre.

La figura 3, muestra el comportamiento morfológico de las variedades de "Café", "Caturra", "Pache" y "Catimor" en cuatro pisos altitudinales correspondiente al mes de noviembre; las mejores respuestas morfológicas para la variedad "Caturra" corresponden al piso 1100 msnm, para la variedad "Pache" corresponden al piso 1200 msnm, y para la variedad "Catimor" el piso 1300 msnm fue para la característica altura y el piso 1000 msnm para la característica número de hojas.

Tabla 8

Indicadores estadísticos de las características morfológicas, variedad de "Café" y piso altitudinal en el mes de Diciembre.

Variable	n	Min	Max	Rango	Media	Dv. Std.	C.V. %
Altitud 1000 msnmm, y variedades: 1 "Caturra" 2 "Pache" 3 "Catimor"							
Altura cm (1)	12	6.0	16.0	10.0	9.92	3.33	33.57
N hojas (1)	12	6.0	18.0	12.0	11.33	4.14	36.54
Altura cm (2)	12	8.0	15.0	7.0	11.40	2.39	20.96
N hojas (2)	12	7.0	18.0	11.0	13.17	3.33	25.28
Altura cm (3)	12	15.5	23.0	7.5	19.04	2.46	12.92
N hojas (3)	12	13.0	18.0	5.0	16.17	1.70	10.51
Altitud 1100 msnmm, y variedades: 1 "Caturra" 2 "Pache" 3 "Catimor"							
Altura cm (1)	12	7.0	13.0	6.0	10.18	1.79	17.58…

…Variable	n	Min	Max	Rango	Media	Dv. Std.	C.V. %
N hojas (1)	12	6.0	14.0	8.0	12.33	2.27	18.41
Altura cm (2)	12	9.0	15.0	6.0	11.03	1.96	17.77
N hojas (2)	12	10.0	15.0	5.0	12.58	1.78	14.15
Altura cm (3)	12	16.0	27.0	11.0	19.07	3.00	15.73
N hojas (3)	12	11.0	16.0	5.0	13.83	1.59	11.50
Altitud 1200 msnmm, y variedades: 1 “Caturra” 2 “Pache” 3 “Catimor”							
Altura cm (1)	12	3.8	14.0	10.2	8.82	3.21	36.39
N hojas (1)	12	4.0	18.0	14.0	10.17	3.83	37.66
Altura cm (2)	12	7.0	15.0	8.0	10.73	2.25	20.97
N hojas (2)	12	4.0	16.0	12.0	12.58	3.23	25.68
Altura cm (3)	12	15.0	24.0	9.0	19.08	2.39	12.53
N hojas (3)	12	8.0	16.0	8.0	14.00	2.34	16.71
Altitud 1300 msnmm, y variedades: 1 “Caturra” 2 “Pache” 3 “Catimor”							
Altura cm (1)	12	6.0	13.5	7.5	8.75	2.13	24.34
N hojas (1)	12	4.0	16.0	12.0	10.33	3.50	33.88
Altura cm (2)	12	8.0	11.0	3.0	9.59	0.82	8.55
N hojas (2)	12	7.0	16.0	9.0	13.25	2.63	19.85
Altura cm (3)	12	14.5	23.0	8.5	19.71	2.79	14.16
N hojas (3)	12	9.0	18.0	9.0	14.17	2.52	17.78

La tabla 8, muestra las características morfológicas e indicadores estadísticos de las variedades de “Café” (“Caturra”, “Pache” y “Catimor”) en cuatro pisos altitudinales correspondiente al mes de diciembre:

La variedad “Caturra” presenta promedios de altura (cm) de 9.92, 10.18, 8.82, y 8.75 cm respectivamente en los pisos altitudinales de 1000, 1100, 1200 y 1300 msnm, siendo medidas cercanas en valor absoluto, además presenta coeficientes de variación en un rango de 17.58 a 36.39 consignando a una distribución heterogénea (no estable); el número de hojas presenta promedios de 11.33, 12.33, 10.17 y 10.33 en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm respectivamente, medidas que consideramos cercanas, su distribución presenta coeficientes entre 18.41 a 37.66% determinando una alta heterogeneidad de su comportamiento (no estable).

La variedad “Pache” registra promedios de altura (cm) de 11.40, 11.03, 10.73 y 9.59 cm. respectivamente en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm. medidas que pueden ser considerados muy cercanas, sus coeficientes de variación están en el rango 8.55 a 20.97 determinando una distribución heterogénea moderada (relativamente estable); la característica número de hojas tiene promedios de 13.17, 12.58, 12.58, y 13.25 respectivamente en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm, medidas consideradas similares; la distribución de esta característica presenta coeficientes de variación de 14.15

a 25.68% lo que determina que es heterogénea en todos los pisos altitudinales considerados en el presente estudio.

En la variedad “Catimor” se registran valores promedios de altura de planta en 19.04, 19.07, 19.08 y 19,71 cm respectivamente en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm, medidas muy similares y las más altas respecto a las variables de “Pache” y “Caturra” en orden descendente; el otro aspecto importante del comportamiento de la distribución de la altura de planta, se registra coeficientes de variación menores a 15.73 lo que indica una moderada homogeneidad de esta característica, determinando una mejor estabilidad respecto a las variedades “Pache” y “Caturra” involucradas en el presente estudio; la característica número de hojas presenta promedios de 16.17, 13.83, 14.0 y 14.17 en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm respectivamente, medidas similares pero más altas respecto a las variedades “Pache” y “Caturra” , en lo que respecta al comportamiento de la distribución de esta variable se tienen coeficientes de variación de 10.51 a 17.78% con una moderada heterogeneidad, siendo la variedad mejor estabilidad en la distribución de las variables Altura (cm) y número de hojas, respecto a las otra variedades en el presente estudio.

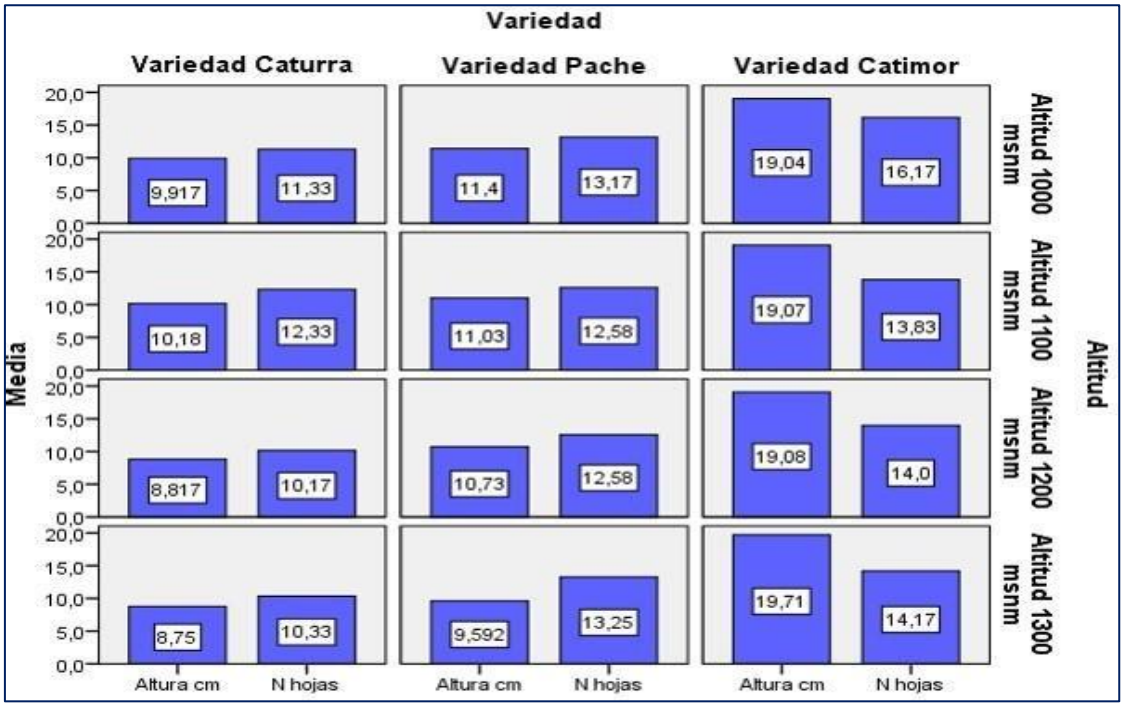


Figura 4. Promedios de Variedad por piso altitudinal de altura (cm) y N° de hojas. Diciembre.

La figura 4, muestra el comportamiento morfológico de las variedades de “Café”, “Caturra”, “Pache” y “Catimor” en cuatro pisos altitudinales correspondiente al mes de diciembre; los mejores respuestas morfológicas; para la variedad “Caturra” corresponden al piso 1100

msnm, para la variedad “Pache” el piso 1000 fue para la característica altura y el piso 1300 msnm para la característica número de hojas y para la variedad “Catimor” el piso 1300 fue para la característica altura y el piso 1000 msnm para la característica número de hojas.

Tabla 9

Indicadores estadísticos de las características morfológicas, variedad de “Café” y piso altitudinal en el mes de enero.

Variable	n	Min	Max	Rango	Media	Dv. Std.	C.V. %
Altitud 1000 msnm, y variedades: 1 “Caturra” 2 “Pache” 3 “Catimor”							
Altura cm (1)	12	7.0	23.0	16.0	12.83	5.15	40.14
N hojas (1)	12	8.0	20.0	12.0	13.00	4.29	33.00
N ramas (1)	12	0.0	1.0	1.0	0.08	0.29	346.41
Altura cm (2)	12	10.0	22.0	12.0	15.78	4.16	26.36
N hojas (2)	12	9.0	20.0	11.0	14.67	3.39	23.11
N ramas (2)	12	0.0	2.0	2.0	0.17	0.58	346.41
Altura cm (3)	12	15.0	30.0	15.0	24.21	4.52	18.67
N hojas (3)	12	14.0	24.0	10.0	17.92	3.18	17.75
N ramas (3)	12	0.0	2.0	2.0	0.50	0.90	180.00
Altitud 1100 msnm, y variedades: 1 “Caturra” 2 “Pache” 3 “Catimor”							
Altura cm (1)	12	8.0	21.0	13.0	14.04	3.65	26.00
N hojas (1)	12	7.0	18.0	11.0	14.83	2.98	20.09
N ramas (1)	12	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	---
Altura cm (2)	12	10.0	20.0	10.0	13.88	3.40	24.50
N hojas (2)	12	10.0	20.0	10.0	13.67	2.90	21.21
N ramas (2)	12	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	---
Altura cm (3)	12	20.0	33.0	13.0	24.08	4.06	16.86
N hojas (3)	12	13.0	20.0	7.0	15.33	2.23	14.55
N ramas (3)	12	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	---
Altitud 1200 msnm, y variedades: 1 “Caturra” 2 “Pache” 3 “Catimor”							
Altura cm (1)	12	5.0	17.0	12.0	10.98	4.14	37.70
N hojas (1)	12	6.0	18.0	12.0	11.50	3.40	29.57
N ramas (1)	12	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	---
Altura cm (2)	12	8.0	19.0	11.0	12.00	3.05	25.42
N hojas (2)	12	9.0	18.0	9.0	13.75	2.34	17.02
N ramas (2)	12	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	---
Altura cm (3)	12	15.0	28.0	13.0	22.40	3.97	17.72
N hojas (3)	12	12.0	23.0	11.0	16.83	2.98	17.71
N ramas (3)	12	0.0	2.0	2.0	0.50	0.90	180.00
Altitud 1300 msnm, y variedades: 1 “Caturra” 2 “Pache” 3 “Catimor”							
Altura cm (1)	12	7.2	20.0	12.8	11.70	4.22	36.07
N hojas (1)	12	7.0	22.0	15.0	12.83	4.26	33.20
N ramas (1)	12	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	---
Altura cm (2)	12	10.0	13.0	3.0	11.21	1.01	9.01
N hojas (2)	12	11.0	18.0	7.0	15.17	1.95	12.85
N ramas (2)	12	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	---
Altura cm (3)	12	15.0	29.0	14.0	22.83	4.13	18.09
N hojas (3)	12	12.0	22.0	10.0	16.83	3.16	18.78
N ramas (3)	12	0.0	2.0	2.0	0.33	0.78	233.55

La tabla 9, muestra las características morfológicas e indicadores estadísticos de las variedades de “Café” (“Caturra”, “Pache” y “Catimor”) en cuatro pisos altitudinales correspondiente al mes de enero:

La variedad “Caturra” presenta promedios de altura (cm) de 12.83, 14.04, 10.98, y 11.70 cm respectivamente en los pisos altitudinales de 1000, 1100, 1200 y 1300 msnm, siendo medidas diferenciadas en valor absoluto, además presenta coeficientes de variación en un rango de 26.0 a 40.14 consignando a una distribución altamente heterogénea (no estable); el número de hojas presenta promedios de 13.0, 14.83, 11.50 y 12.83 en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm respectivamente, medidas que consideramos cercanas, su distribución presenta coeficientes mayores a 20.09% determinando una alta heterogeneidad de su comportamiento (no estable); en cuanto al número de ramas sólo presenta una leve aparición en el piso altitudinal de 1000 msnm con un promedio de 0.08, en los demás pisos altitudinales no se tiene su presencia.

La variedad “Pache” registra promedios de altura (cm) de 15.78, 13.88, 12.0 y 11.21 cm. respectivamente en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm. medidas que pueden ser consideradas diferenciadas, sus coeficientes de variación están en el rango 9.01 a 25.42 determinando una distribución heterogénea (no estable); la característica número de hojas tiene promedios de 14.67, 13.67, 13.75, y 15.17 respectivamente en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm, medidas consideradas similares; la distribución de esta característica presenta coeficientes de variación de 12.85 a 23.11% lo que determina que es heterogénea en todos los pisos altitudinales considerados en el presente estudio; en la característica morfológica número de ramas, aparece levemente en el piso altitudinal de 1000 msnm con un promedio de 0.17, sin aparición en los demás pisos.

En la variedad “Catimor” se registran valores promedios de altura de planta en 24.21, 24.08, 22.40 y 22.83 cm respectivamente en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm, medidas similares y las más altas respecto a las variables de “Pache” y “Caturra” ; el otro aspecto importante del comportamiento de la distribución de la altura de planta, se registra coeficientes de variación menores a 18.09% lo que indica una moderada homogeneidad de esta característica, determinando cierta estabilidad respecto a las variedades “Pache” y “Caturra” involucradas en el presente estudio; la característica número de hojas presenta promedios de 17.92, 15.33, 16.83 y 16.83 en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm respectivamente, medidas similares pero más altas respecto a las variedades “Pache” y

“Caturra” , en lo que respecta al comportamiento de la distribución de esta variable se tienen coeficientes de variación de 14.55 a 18.78% con una baja heterogeneidad, siendo la variedad con mejor estabilidad respecto a las otra variedades en el presente estudio; la variable número de ramas se presenta en esta variedad en los pisos actitudinales de 1000, 1200 y 1300 msnm, aunque levemente, con promedios de 0.5, 0.5 y 0.33 respectivamente.

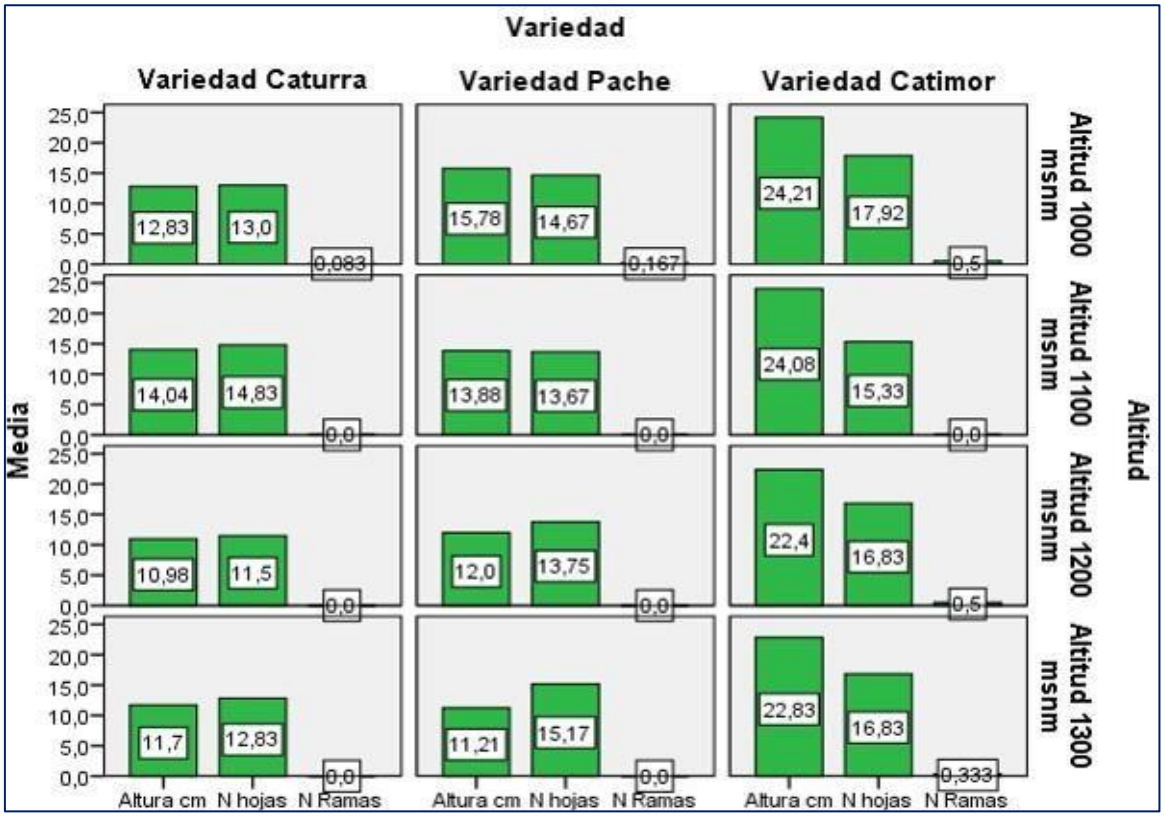


Figura 5. Promedios de Variedad por piso altitudinal de altura (cm) y N° de hojas. Enero.

La figura 5, muestra el comportamiento morfológico de las variedades de “Café”, “Caturra”, “Pache” y “Catimor” en cuatro pisos altitudinales correspondiente al mes de enero; las mejores respuestas morfológicas; para la variedad “Caturra” corresponden al piso 1100 msnm, para la variedad “Pache” el piso 1000 msnm fue para la característica altura y el piso 1300 msnm para la característica número de hojas y para la variedad “Catimor” corresponden al piso 1000 msnm. La característica número de ramas apareció levemente en el piso 1000 msnm para las variedades “Caturra”, “Pache” y “Catimor”, a excepción del piso 1100 msnm donde la característica número de ramas no tuvo respuesta para este mes, pero si hubo respuesta leve en todos los demás pisos.

Tabla 10

Indicadores estadísticos de las características morfológicas, variedad de "Café" y piso altitudinal en el mes de febrero.

Variable	n	Min	Max	Rango	Media	Dv. Std.	C.V. %
Altitud 1000 msnmm, y variedades: 1 "Caturra" 2 "Pache" 3 "Catimor"							
Altura cm (1)	12	9.0	25.0	16.0	15.42	5.33	34.57
N hojas (1)	12	6.0	26.0	20.0	14.00	5.89	42.07
N ramas (1)	12	0.0	3.0	3.0	0.25	0.87	348.00
Altura cm (2)	12	10.0	26.0	16.0	17.92	5.79	32.31
N hojas (2)	12	8.0	24.0	16.0	16.67	5.69	34.13
N ramas (2)	12	0.0	2.0	2.0	0.83	1.03	124.10
Altura cm (3)	12	21.0	38.0	17.0	28.92	5.11	17.67
N hojas (3)	12	12.0	28.0	16.0	19.67	5.14	26.13
N ramas (3)	12	0.0	4.0	4.0	1.50	1.51	100.67
Altitud 1100 msnmm, y variedades: 1 "Caturra" 2 "Pache" 3 "Catimor"							
Altura cm (1)	12	9.0	26.0	17.0	16.08	5.05	31.41
N hojas (1)	12	10.0	19.0	9.0	15.58	2.61	16.75
N ramas (1)	12	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
Altura cm (2)	12	12.0	27.0	15.0	17.00	4.79	28.18
N hojas (2)	12	12.0	26.0	14.0	16.83	3.61	21.45
N ramas (2)	12	0.0	2.0	2.0	0.17	0.58	341.18
Altura cm (3)	12	23.0	38.0	15.0	29.75	4.85	16.30
N hojas (3)	12	12.0	27.0	15.0	17.58	4.40	25.03
N ramas (3)	12	0.0	4.0	4.0	0.67	1.30	194.03
Altitud 1200 msnmm, y variedades: 1 "Caturra" 2 "Pache" 3 "Catimor"							
Altura cm (1)	12	4.0	17.5	13.5	11.48	4.81	41.90
N hojas (1)	12	4.0	18.0	14.0	10.42	4.62	44.34
N ramas (1)	12	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
Altura cm (2)	12	9.0	23.0	14.0	13.00	4.16	32.00
N hojas (2)	12	5.0	19.0	14.0	12.75	3.86	30.27
N ramas (2)	12	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
Altura cm (3)	12	19.5	34.0	14.5	25.92	4.72	18.21
N hojas (3)	12	16.0	25.0	9.0	19.50	3.23	16.56
N ramas (3)	12	0.0	4.0	4.0	1.25	1.66	132.80
Altitud 1300 msnmm, y variedades: 1 "Caturra" 2 "Pache" 3 "Catimor"							
Altura cm (1)	12	7.0	28.0	21.0	14.17	6.59	46.51
N hojas (1)	12	5.0	22.0	17.0	13.17	4.22	32.04
N ramas (1)	12	0.0	2.0	2.0	0.33	0.78	236.36
Altura cm (2)	12	9.0	16.0	7.0	12.67	2.38	18.78
N hojas (2)	12	11.0	20.0	9.0	16.58	2.54	15.32
N ramas (2)	12	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
Altura cm (3)	12	19.0	34.0	15.0	27.46	5.47	19.92
N hojas (3)	12	13.0	32.0	19.0	19.92	5.66	28.41
N ramas (3)	12	0.0	4.0	4.0	0.92	1.31	142.39

La tabla 10, muestra las características morfológicas e indicadores estadísticos de las variedades de "Café" ("Caturra", "Pache" y "Catimor") en cuatro pisos altitudinales correspondiente al mes de febrero:

La variedad “Caturra” presenta promedios de altura (cm) de 15.42, 16.08, 11.48 y 14.17 cm respectivamente en los pisos altitudinales de 1000, 1100, 1200 y 1300 msnm, siendo medidas cercanas en valor absoluto, además presenta coeficientes de variación a 31.41 consignando una distribución altamente heterogénea (sin estabilidad); el número de hojas presenta promedios de 14.0, 15.58, 10,42 y 13.17 en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm respectivamente, medidas que consideramos diferenciadas, su distribución presenta coeficientes 16.75 a 44.34% determinando una alta heterogeneidad de su comportamiento (no estable); la variable número de ramas sólo tiene una leve aparición en los pisos altitudinales de 1000 y 1300 msnm con promedios de 0.25 y 0.33 respectivamente.

La variedad “Pache” registra promedios de altura (cm) de 17.92, 17.0, 13.0 y 12.67 cm. respectivamente en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm. medidas que pueden ser consideradas diferenciadas, sus coeficientes de variación están en el rango 18.78 a 32.31% determinando una distribución heterogénea (no estable); la característica número de hojas tiene promedios de 16.67, 16.85, 12.75, y 16.58 respectivamente en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm, medidas consideradas diferenciadas; la distribución de esta característica presenta coeficientes de variación de 15.32 a 34.13% lo que determina que es heterogénea en todos los pisos altitudinales considerados en el presente estudio; la presencia de la característica número de ramas es muy leve, apareciendo sólo en los pisos altitudinales de 1000 y 1100 msnm con promedios 0.83 y 0.17 respectivamente.

En la variedad “Catimor” se registran valores promedios de altura de planta en 28.42, 29.75, 25.92 y 27,46 cm respectivamente en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm, medidas similares y las más altas respecto a las variables de “Pache” y “Caturra”; en el otro aspecto importante del comportamiento de la distribución de la altura de planta, se registra coeficientes de variación menores a 19.92% lo que indica una moderada homogeneidad de esta característica, determinando una mejor estabilidad respecto a las variedades “Pache” y “Caturra” involucradas en el presente estudio; la característica número de hojas presenta promedios de 19.67, 17,58, 19,50 y 19.92 en los pisos altitudinales de 1000 a 1300 msnm respectivamente, medidas similares pero más altas respecto a las variedades “Pache” y “Caturra”, en lo que respecta al comportamiento de la distribución de esta variable se tienen coeficientes de variación de 16.56 a 28.41% con una alta heterogeneidad, pero aun siendo la variedad con mejor estabilidad respecto a las variedades de “Caturra” y “Pache” evaluadas en el presente estudio; la característica número de ramas aparece, aunque levemente

aparece en todos los pisos altitudinales estudiados con promedios de 1.5, 0.67, 1.25 y 0.92 ramas respectivamente, siendo con la variedad "Catimor" que se ha obtenido la mejor respuesta.

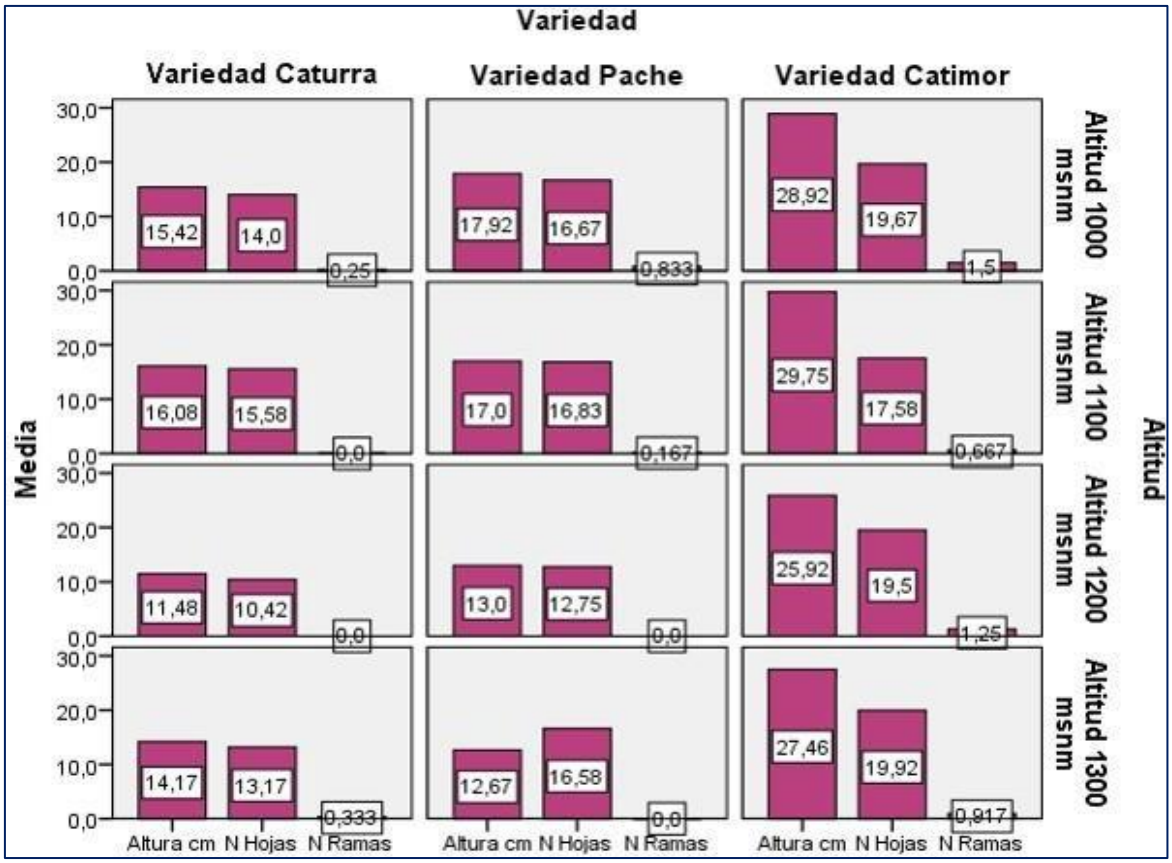


Figura 6. Promedios de Variedad por piso altitudinal de altura (cm) y N° de hojas. Febrero.

La figura 6, muestra el comportamiento morfológico de las variedades de "Café", "Caturra", "Pache" y "Catimor" en cuatro pisos altitudinales correspondiente al mes de febrero; los mejores respuestas morfológicas; para la variedad "Caturra" corresponden al piso 1100 msnm, para la variedad "Pache" el piso 1000 fue para la característica altura y el piso 1100 msnm para la característica número de hojas y para la variedad "Catimor" el piso 1100 msnm fue para la característica altura y el piso 1300 msnm para la característica número de hojas. La característica número de ramas en este mes para la variedad "Caturra" corresponde a los pisos 1000 y 1300 msnm, para la variedad "Pache" el piso 1000 msnm y en el caso de la variedad "Catimor" el piso 1000 msnm fue representativo todos de manera leve.

3.3. Determinar la influencia de los parámetros meteorológicos en la morfología de plantas de "Café", variedades "Caturra", "Pache" y "Catimor" en cuatro pisos altitudinales en el Distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba.

3.3.1. Se muestran los resultados mes de noviembre; variables morfológicas del "Café": Altura de planta (cm) y Número de hojas.

Tabla 11

Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Altura de planta (cm).

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	2595,03	13	199,62	50,32**	**<0,0001**
Bloque	19,3	2	9,57	2,41	0,0937
Altitud	1,86	3	0,62	0,16	0,9256
Variedad	2538,27	2	1269,14	319,93**	**<0,0001**
Altitud*Variedad	35,77	6	5,96	1,5	0,1821
Error	515,69	130	3,97		
Total	3110,73	143			

R2: 83%; CV: 15.95%; p valor: < 0.05/significativo (*) - < 0.01/Altamente significativo (**)

Sólo se cumple la hipótesis de significancia del efecto del factor B, Variedad de plantaciones de "Café" (p valor < 0.0001), no presentan significancia los efectos del factor A y la interacción AB, por lo que realizamos la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para discernir la diferencia de respuesta de las variedades a través de sus medias en la Altura de planta (cm):

Tabla 12

Prueba de comparaciones múltiples.

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,95427

Error: 3,9669 gl: 130

Variedad	Medias	N	E.E.
1 "Caturra"	8,87	48	0,29 A
2 "Pache"	10,22	48	0,29 B
3 "Catimor"	18,37	48	0,29 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

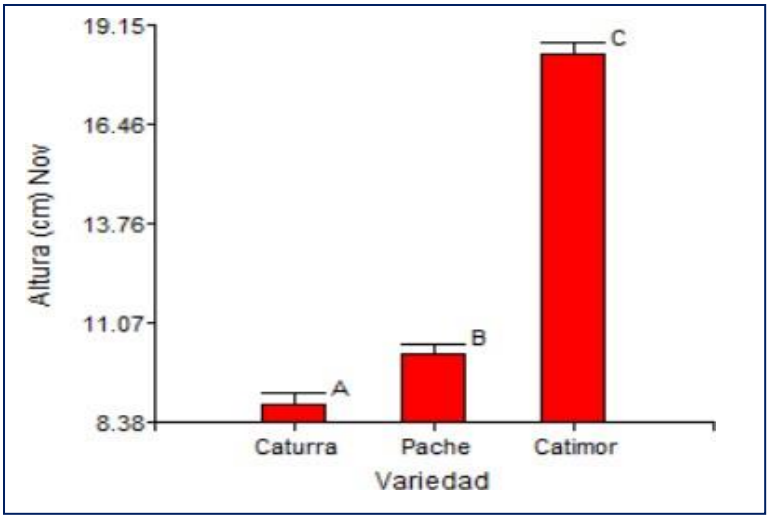


Figura 7. Contraste gráfico de medias Tukey para la Altura (cm).

El contraste muestra en la tabla 12 y figura 7, que la respuesta más representativa a la altura (cm) e independientemente de la altitud (msnm) corresponde significativamente a la variedad "Catimor" con una media de altura de 18.37 cm.

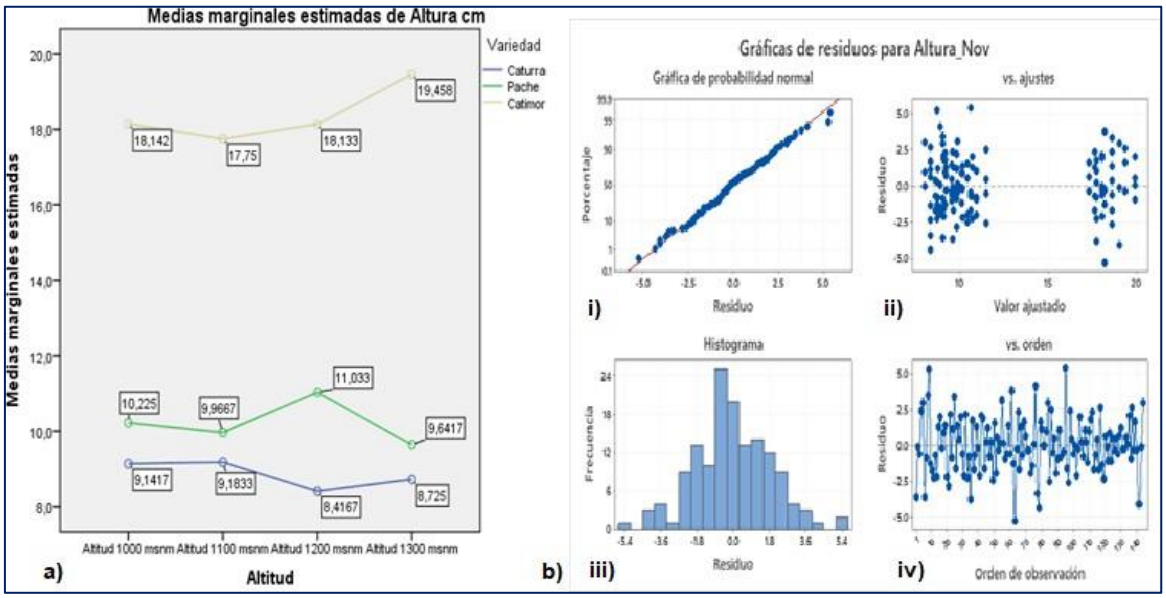


Figura 8. Medias conjuntas de altitud y altura, y grafico de cumplimiento de los supuestos del modelo.

La figura 8, muestra adicionalmente que la variedad (significativa) "Catimor" que más aporta a la altura de la planta en la evaluación del experimento en el mes de noviembre, lo hace junto al nivel de altitud de 1300 msnm, con una media de 19.46 cm; además al cumplirse los supuestos de normalidad (Item b, i), varianza constante (Item b, ii) e independencia (Item, iv) de los residuos, se da conformidad al modelo.

Tabla 13

Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Número de hojas.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	555,26	13	42,71	4,50**	**<0,0001**
Bloque	41,68	2	20,84	2,20	0,1153
Altitud	7,74	3	2,58	0,27	0,8455
Variedad	404,43	2	202,22	21,31**	**<0,0001**
Altitud*Variedad	101,40	6	16,90	1,78	0,1078
Error	1233,57	130	9,49		
Total	1788,83	143			

R2: 31%; CV: 26.58%; p valor: < 0.05/significativo (*) - < 0.01/Altamente significativo (**)

Los resultados de la tabla 13; muestran que sólo se cumple la hipótesis de significancia del efecto del factor B, Variedad de plantaciones de "Café" (p valor < 0.0001), no presentan significancia los efectos del factor A y la interacción AB, por lo que realizamos la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para discernir la diferencia de respuesta de las variedades a través de sus medias en la Altura de planta (cm):

Tabla 14

Prueba de comparaciones múltiples.

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,47589

Error: 9,4890 gl: 130

Variedad	Medias	N	E.E.
1 "Caturra"	9,56	48	0,44 A
2 "Pache"	11,54	48	0,29 B
3 "Catimor"	13,67	48	0,29 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

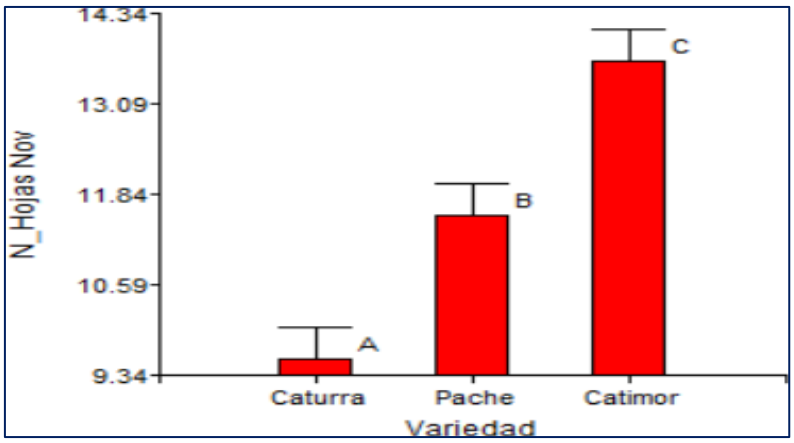


Figura 9. Contraste gráfico de medias Tukey para número de hojas.

El contraste muestra en la tabla 14 y figura 9, que la respuesta más representativa al número de hojas e independientemente de la altitud (msnm) corresponde significativamente a la variedad “Catimor” con una media de número de hojas en la plantación de 13.67.

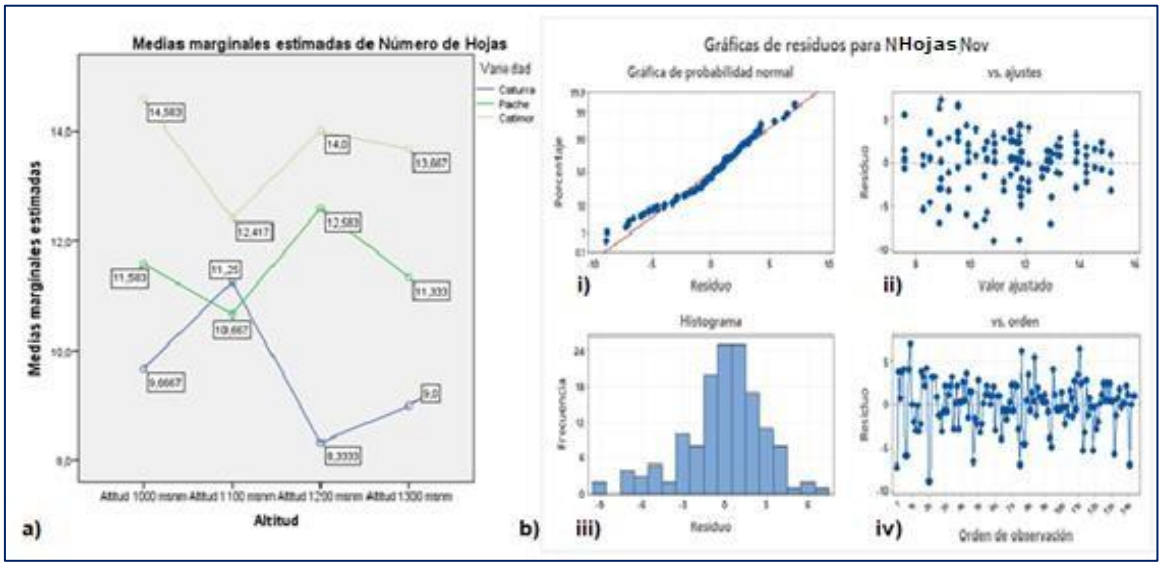


Figura 10. Medias conjuntas de altitud y variedad, y grafico de cumplimiento de los supuestos del modelo.

La figura 10, en el inciso a) muestra adicionalmente que la variedad (significativa) “Catimor” que más aporta al número de hojas en la evaluación del experimento en el mes de noviembre, lo hace junto al nivel de altitud de 1000 msnm, con una media de 14.58; además al cumplirse los supuestos de normalidad (Item b, i), varianza constante (Item b, ii) e independencia de los residuos (Item b, iv), se da conformidad al modelo.

3.3.2. Se muestran los resultados mes de diciembre; variables morfológicas del “Café”: Altura de planta (cm) y Número de hojas.

Tabla 15

Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Altura de planta (cm).

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	2817,66	13	216,74	36,97**	**<0,0001**
Bloque	40,41	2	20,21	3,45	0,0348
Altitud	16,23	3	5,41	0,92	0,4317
Variedad	2732,06	2	1366,03	233,00**	**<0,0001**
Altitud*Variedad	28,96	6	4,83	0,82	0,5538
Error	762,18	130	5,86		
Total	3579,84	143			

R2: 79%; CV: 18,47%; p valor: < 0.05/significativo (*) - < 0.01/Altamente significativo (**)

Los resultados de la tabla 15, muestran que sólo se cumple la hipótesis de significancia del efecto del factor B, Variedad de plantaciones de “Café” (p valor < 0.0001), no presentan significancia los efectos del factor A y la interacción AB, por lo que realizamos la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para discernir la diferencia de respuesta de las variedades a través de sus medias en la Altura de planta (cm):

Tabla 16

Prueba de comparaciones múltiples.

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,16011

Error: 5,8629 gl: 130

Variedad	Medias	n	E.E.
1 “Caturra”	9,41	48	0,35 A
2 “Pache”	10,69	48	0,35 B
3 “Catimor”	19,23	48	0,35 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

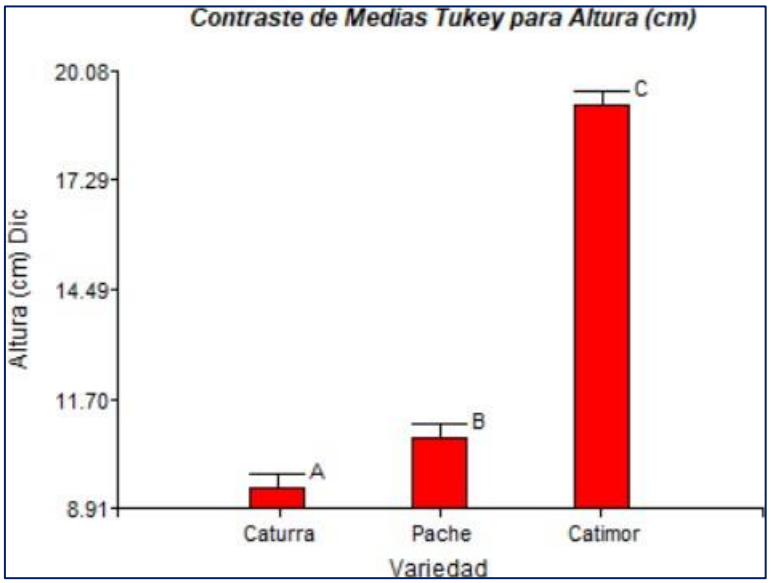


Figura 11. Contraste gráfico de medias Tukey para altura (cm).

El contraste muestra en la tabla 16 y figura 11, que la respuesta más representativa a la altura de planta (cm) e independientemente de la altitud (msnm) corresponde significativamente a la variedad “Catimor” con una media de altura de planta de 19.23 cm.

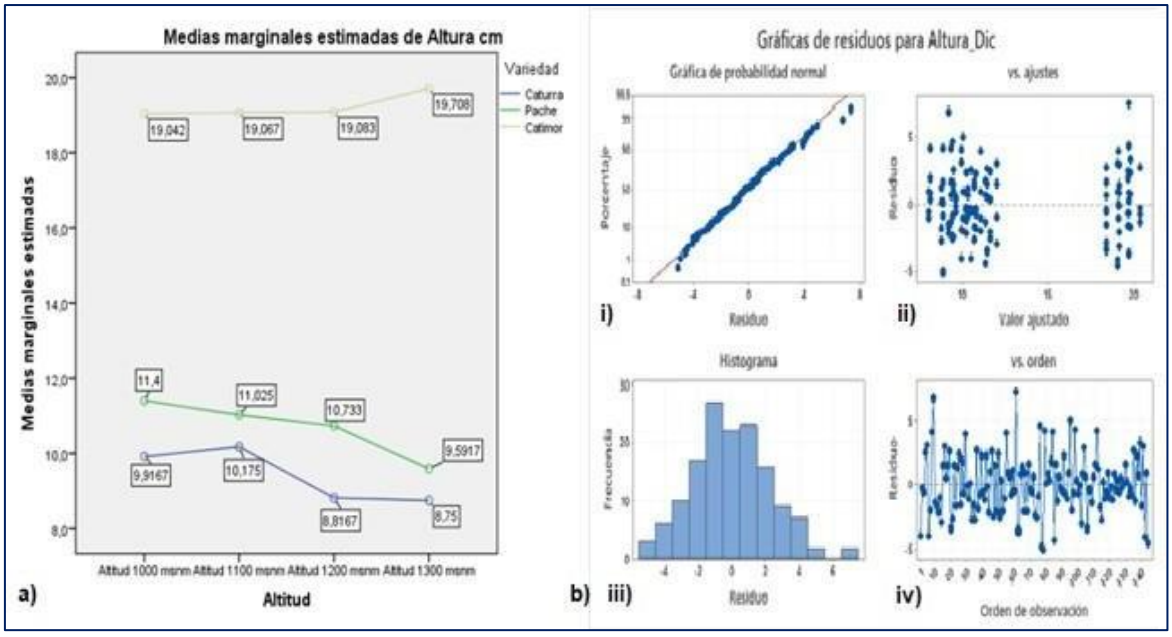


Figura 12. Medias conjuntas de altitud y variedad, y grafico de cumplimiento de los supuestos del modelo.

La figura 12, en el inciso a) muestra adicionalmente que la variedad (significativa) "Catimor" es la que más aporta a la altura (cm) en la evaluación del experimento en el mes de diciembre, lo hace junto con nivel de altitud de 1300 msnm, con una media de 19.71; además al cumplirse los supuestos de normalidad (Item b, i), varianza constante (Item b, ii) e independencia de los residuos (Item b, iv), se da conformidad al modelo.

Tabla 17

Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Número de hojas.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	389,76	13	29,78	3,65**	**<0,0001**
Bloque	11,51	2	5,76	0,70	0,4977
Altitud	33,52	3	11,17	1,36	0,2575
Variedad	294,35	2	147,17	17,93**	**<0,0001**
Altitud*Variedad	50,38	6	8,40	1,02	0,4133
Error	1066,90	130	8,21		
Total	1456,66	143			

R^2: 27%; CV: 22,34%; p valor: < 0.05/significativo (*) - < 0.01/Altamente significativo (**)

Los resultados de la tabla 17, muestran que sólo se cumple la hipótesis de significancia del efecto del factor B, Variedad de plantaciones de "Café" (p valor < 0.0001), no presentan significancia los efectos del factor A y la interacción AB, por lo que realizamos la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para discernir la diferencia de respuesta de las variedades a través de sus medias en el Número de Hojas:

Tabla 18

Prueba de comparaciones múltiples.

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,37257			
Error: 8,2069 gl: 130			
Variedad	Medias	n	E.E.
1 “Caturra”	11,04	48	0,41 A
2 “Pache”	12,90	48	0,41 B
3 “Catimor”	14,54	48	0,41 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

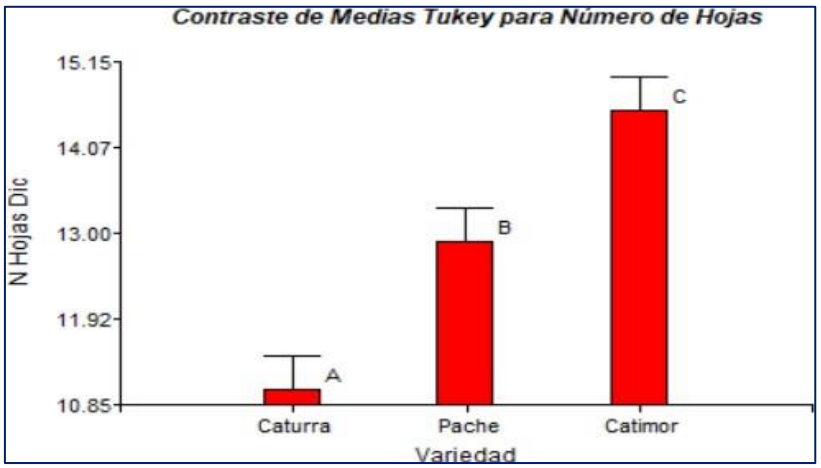


Figura 13. Contraste gráfico de medias Tukey para número de hojas.

El contraste muestra en la tabla 18 y figura 13, que la respuesta más representativa al número de hojas e independientemente de la altitud (msnm) corresponde significativamente a la variedad “Catimor” con una media de número de hojas en la plantación de 14,54.

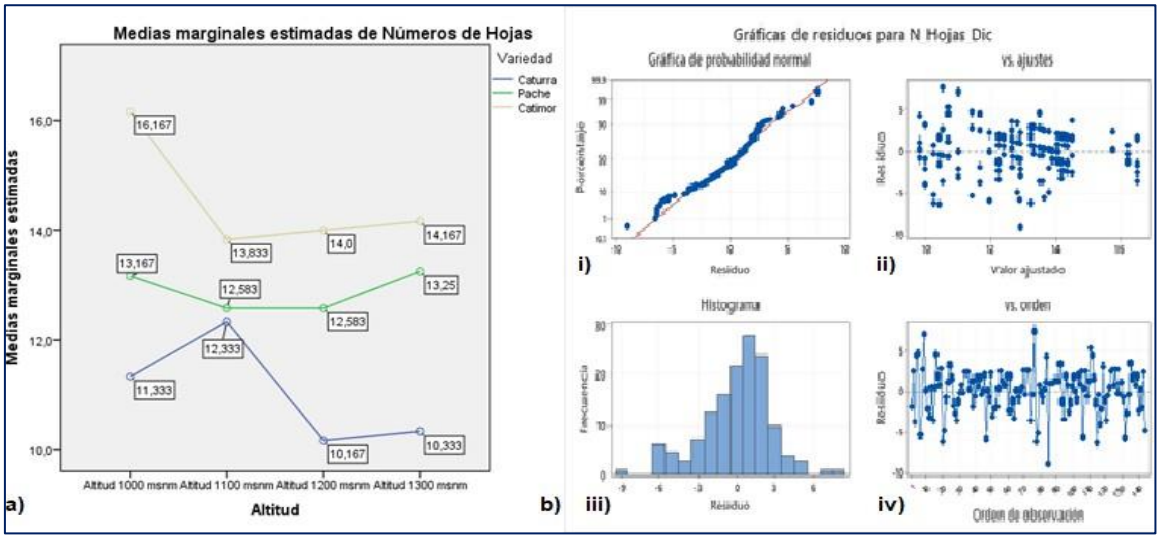


Figura 14. Medias conjuntas de altitud y variedad, y grafico de cumplimiento de los supuestos del modelo.

La figura 14, en el inciso a) muestra adicionalmente que la variedad (significativa) “Catimor” es la que más aporta al Número de Hojas en la evaluación del experimento en el mes de diciembre, lo hace junto con nivel de altitud de 1000 msnm, con una media de 16.17; además al cumplirse los supuestos de normalidad (Item b, i), varianza constante (Item b, ii) e independencia de los residuos (Item b, iv), se da conformidad al modelo.

3.3.3. Se muestran los resultados mes de enero; variables morfológicas del “Café”: Altura de planta (cm) y Número de hojas y número de ramas.

Tabla 19

Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Altura de planta (cm).

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	4007,97	13	308,31	21,58**	**<0,0001**
Bloque	165,43	2	82,71	5,79**	0,0039
Altitud	189,29	3	63,10	4,42**	**0,0054**
Variedad	3598,52	2	1799,26	125,95**	**<0,0001**
Altitud*Variedad	54,73	6	9,12	0,64	0,6992
Error	1857,06	130	14,29		
Total	5865,03	143			

R^2: 68%; CV: 23,15%; p valor: < 0.05/significativo (*) - < 0.01/Altamente significativo (**)

Los resultados de la tabla 19, muestran que se cumple la hipótesis de significancia del efecto del factor B, Variedad de plantaciones de “Café” (p valor < 0.0001) y además el factor A, Altitud de los pisos (p-valor < 0.0054); no presenta significancia el efecto del factor de interacción AB, por lo que realizamos la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para discernir la diferencia de respuesta de las variedades y las altitudes a través de sus medias en la Altura de planta (cm):

Tabla 20

Prueba de comparaciones múltiples.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,29248

Error: 14,2851 gl: 130

Altitud	Medias	n	E.E.
3 1200 msnm	15,13	36	0,63 A
4 1300 msnm	15,25	36	0,63 A
2 1100 msnm	17,33	36	0,63 AB
1 1000 msnm	17,61	36	0,63 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 21

Prueba de comparaciones múltiples.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,81086			
Error: 14,2851 gl: 130			
Variedad	Medias	n	E.E.
1 “Caturra”	12,39	48	0,55 A
2 “Pache”	13,21	48	0,55 A
3 “Catimor”	23,38	48	0,55 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

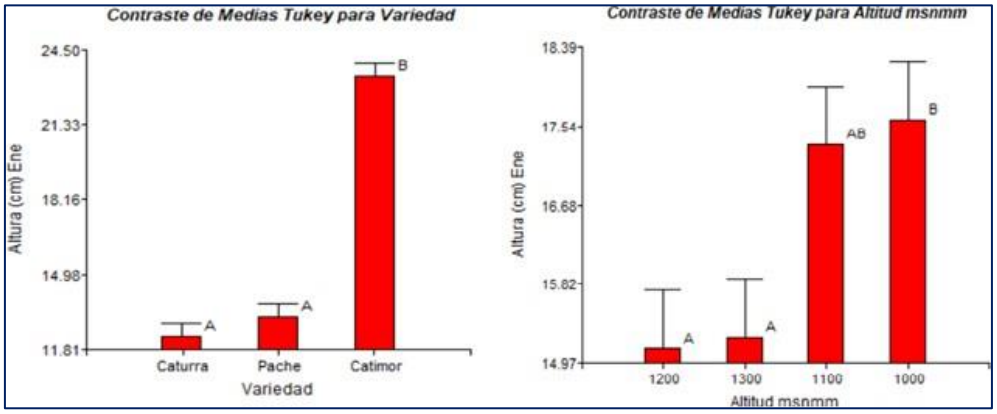


Figura 15. Contraste gráfico de medias Tukey para Altura de Planta (cm), de las variables: Variedad y Altitud.

Los contrastes presentados en la tabla 21 y figura 15 respectivamente, muestran que las respuestas más representativas a la Altura de Planta por parte de la variedad y la altitud (msnm) corresponden significativamente a la variedad “Catimor” con una media de altura de 23.38 cm y a la altitud de 1000 msnm con una media de 17.61 cm.

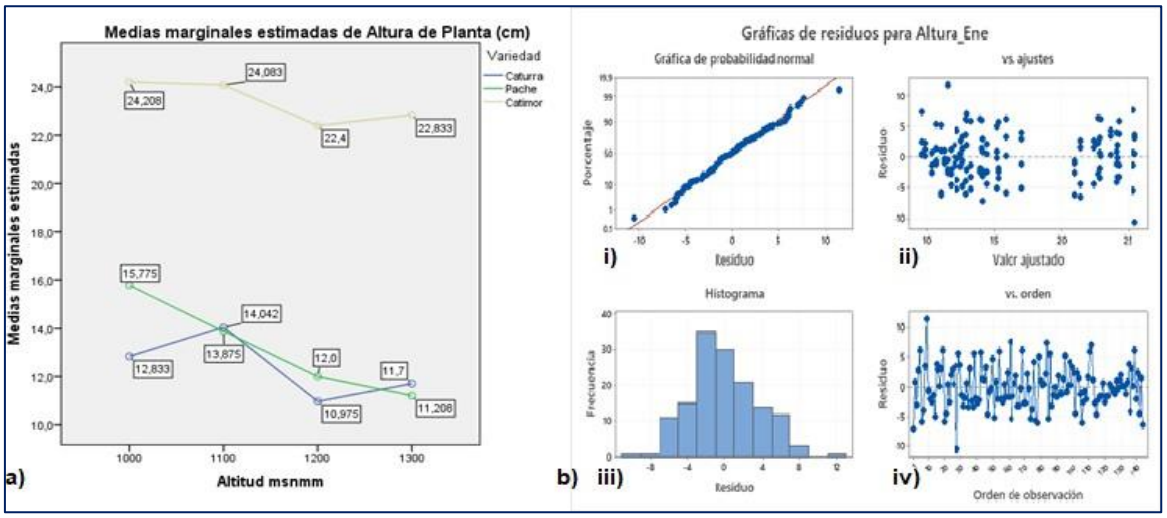


Figura 16. Medias conjuntas de altitud y variedad, y grafico de cumplimiento de los supuestos del modelo.

La figura 16, en el inciso a) muestra adicionalmente que la variedad (significativa) “Catimor” es la que más aporta a la altura (cm) en la evaluación del experimento en el mes de diciembre, lo hace junto con nivel de altitud de 1000 msnm, con una media de 24.21; además al cumplirse los supuestos de normalidad (Item b, i), varianza constante (Item b, ii) e independencia de los residuos (Item b, iv), se da conformidad al modelo.

Tabla 22

Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: número de hojas.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	490,78	13	37,75	3,79**	**<0,0001**
Bloque	26,72	2	13,36	1,34	0,2648
Altitud	27,50	3	9,17	0,92	0,4327
Variedad	336,85	2	168,42	16,92**	**<0,0001**
Altitud*Variedad	99,71	6	16,62	1,67	0,1334
Error	1293,78	130	9,95		
Total	1784,56	143			

R^2: 28%; CV: 21,47%; p valor: < 0.05/significativo (*) - < 0.01/Altamente significativo (**)

Los resultados de la tabla 22, muestran que sólo se cumple la hipótesis de significancia del efecto del factor B, Variedad de plantaciones de “Café” (p valor < 0.0001), no presentan significancia los efectos del factor A y la interacción AB, por lo que realizamos la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para discernir la diferencia de respuesta de las variedades a través de sus medias en el Número de Hojas.

Tabla 23

Prueba de comparaciones múltiples.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,51148			
Error: 9,9521 gl: 130			
Variedad	Medias	n	E.E.
1 “Caturra”	13,04	48	0,46 A
2 “Pache”	14,31	48	0,46 A
3 “Catimor”	16,73	48	0,46 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

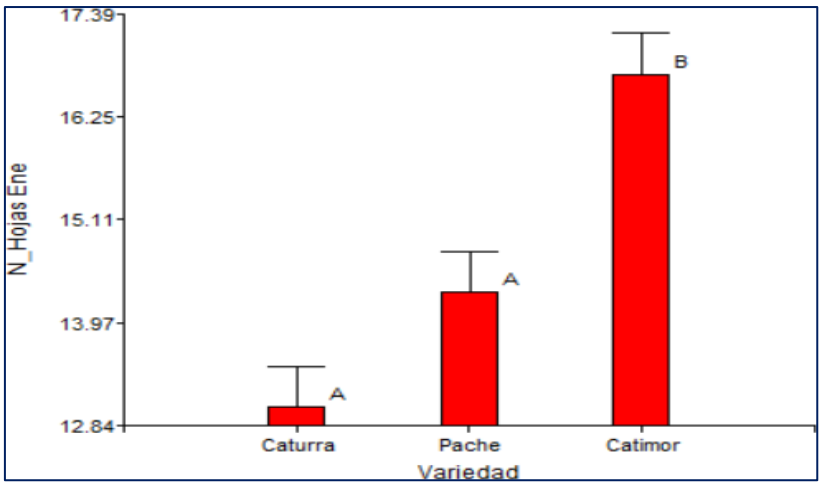


Figura 17. Medias Contraste de medias Tukey para número de hojas.

El contraste muestra en la tabla 23, que la respuesta más representativa al número de hojas e independientemente de la altitud (msnm) corresponde significativamente a la variedad "Catimor" con una media de número de hojas en la plantación de 16,73.

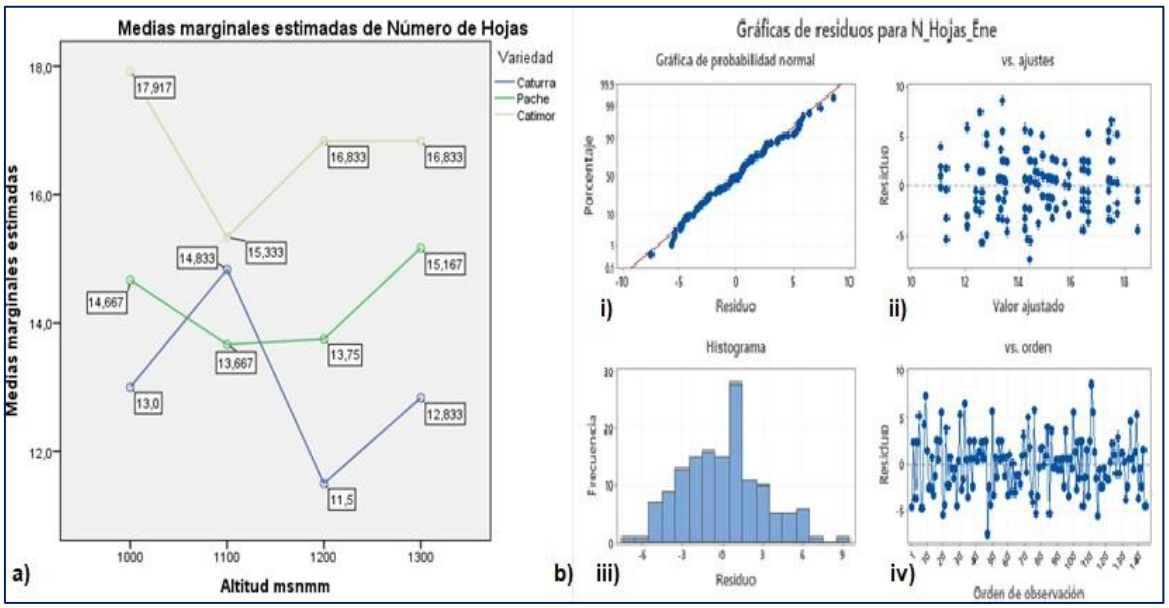


Figura 18. Medias conjuntas de altitud y variedad, y grafico de cumplimiento de los supuestos del modelo.

La figura 18, en el inciso a) muestra adicionalmente que la variedad (significativa) "Catimor" es la que más aporta al Número de Hojas en la evaluación del experimento en el mes de enero, lo hace junto con nivel de altitud de 1000 msnm, con una media de 17.92; además al cumplirse los supuestos de normalidad (Item b, i), varianza constante (Item b, ii) e independencia de los residuos (Item b, iv), se da conformidad al modelo.

Tabla 24

Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: número de rama.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	5,34	13	0,41	1,83	0,0445
Bloque	0,10	2	0,05	0,22	0,8054
Altitud	1,19	3	0,40	1,77	0,1570
Variedad	2,93	2	1,47	6,53**	**0,0020**
Altitud*Variedad	1,13	6	0,19	0,84	0,5441
Error	29,15	130	0,22		
Total	34,49	143			

R^2: 15%; CV: 358,90%; p valor: < 0.05/significativo (*) - < 0.01/Altamente significativo (**)

Los resultados de la tabla 24, muestra que sólo se cumple la hipótesis de significancia del efecto del factor B, Variedad de plantaciones de "Café" (p valor < 0.0020), no presentan significancia los efectos del factor A y la interacción AB, por lo que realizamos la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para discernir la diferencia de respuesta de las variedades a través de sus medias en el Número de Ramas:

Tabla 25

Prueba de comparaciones múltiples.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22689

Error: 0,2243 gl: 130

Variedad	Medias	n	E.E.
1 "Caturra"	0,02	48	0,07 A
2 "Pache"	0,04	48	0,07 A
3 "Catimor"	0,33	48	0,07B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

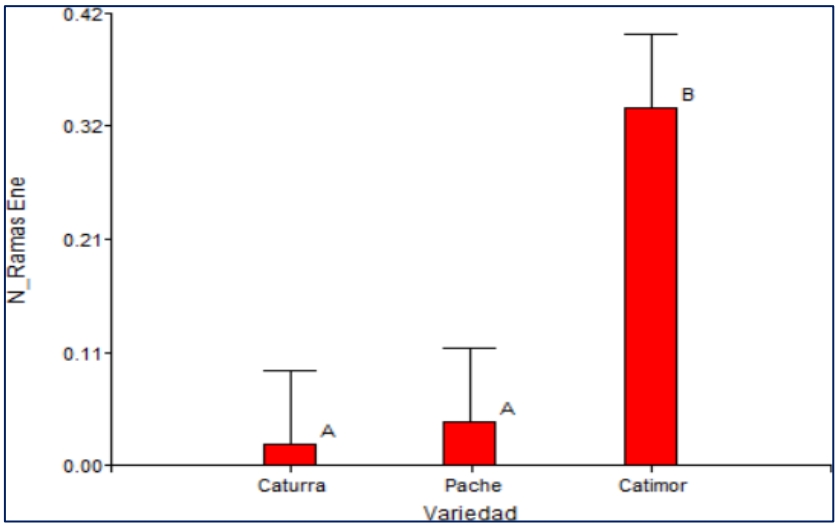


Figura 19. Contraste gráfico de medias Tukey para Número de Ramas.

El contraste muestra en la tabla 25 y figura 19, que la respuesta más representativa al número de ramas e independientemente de la altitud (msnm) corresponde significativamente a la variedad "Catimor" con una media de número de ramas en la plantación de 0.33

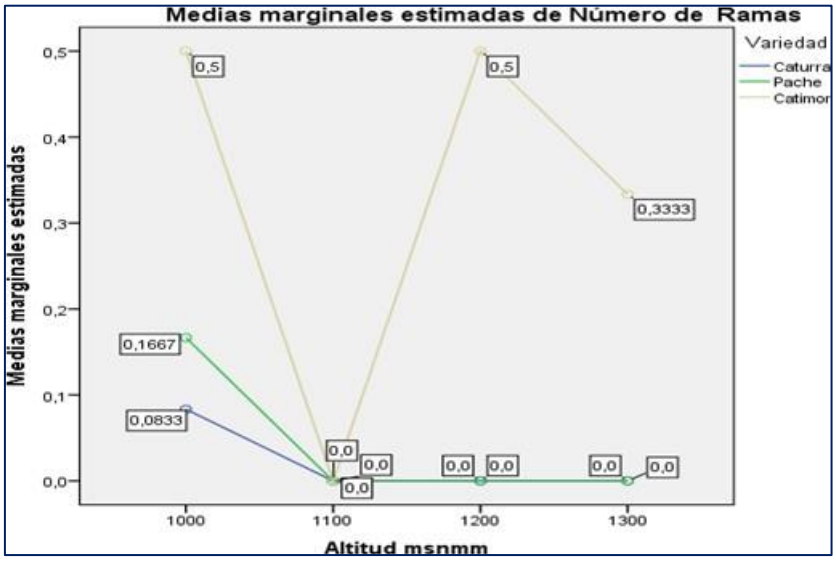


Figura 20. Medias conjuntas de altitud y variedad.

La figura 20, muestra adicionalmente a que la variedad (significativa) "Catimor", es la que más aporta al Número de Ramas en la evaluación del experimento en el mes de enero, lo hace junto con los niveles de altitud de 1000 y 1200 msnm, con una media de 0.5 respectivamente.

3.3.4. Se muestran los resultados mes de febrero; variables morfológicas del "Café": Altura de planta (cm) y Número de hojas y número de ramas; además dos variables de sanidad de la "Roya" en la plantación de "Café" (incidencia y severidad %)

Tabla 26

Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Altura de planta (cm).

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	6575,93	13	505,84	22,43**	**<0,0001**
Bloque	388,19	2	194,10	8,61	0,0003
Altitud	447,26	3	149,09	6,61**	**0,0003**
Variedad	5673,82	2	2836,91	125,79**	**<0,0001**
Altitud*Variedad	66,66	6	11,11	0,49	0,8129
Error	2931,79	130	22,55		
Total	9507,72	143			

R^2: 69%; CV: 24,89%; p valor: < 0.05/significativo (*) - < 0.01/Altamente significativo (**)

Los resultados de la tabla 26, muestran que se cumple la hipótesis de significancia del efecto del factor B, Variedad de plantaciones de “Café” (p valor < 0.0001) y además el factor A, Altitud de los pisos (p-valor < 0.0003); no presenta significancia el efecto del factor de interacción AB, por lo que realizamos la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para discernir la diferencia de respuesta de las variedades y las altitudes a través de sus medias en la Altura de planta (cm).

Tabla 27

Prueba de comparaciones múltiples.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,88044			
Error: 22,5522 gl: 130			
Altitud	Medias	n	E.E.
3 1200 msnm	16,80	36	0,79 A
4 1300 msnm	18,10	36	0,79 AB
2 1000 msnm	20,75	36	0,79 B
1 1100 msnm	20,94	36	0,79 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > .05)

Tabla 28

Prueba de comparaciones múltiples.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,27530			
Error: 22,5522 gl: 130			
Variedad	Medias	n	E.E.
1 “Caturra”	14,29	36	0,69 A
2 “Pache”	15,15	36	0,69 A
3 “Catimor”	28,01	36	0,69 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

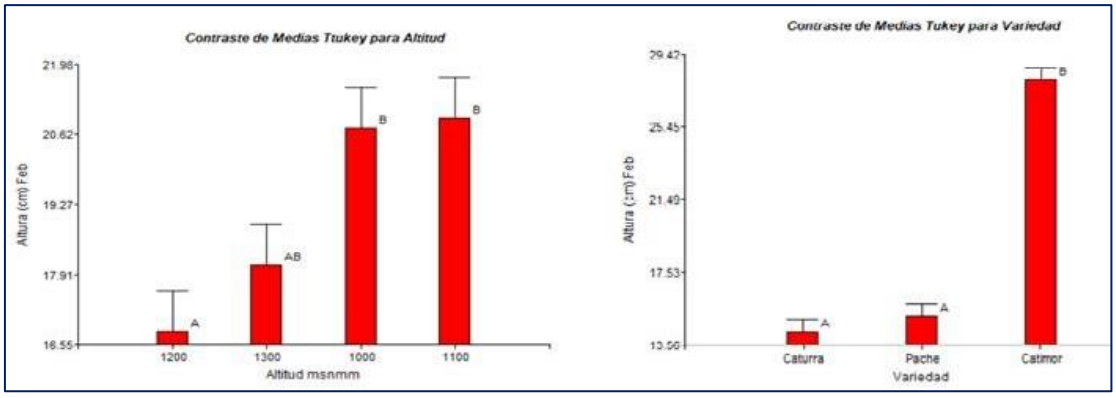


Figura 21. Contraste gráfico de medias Tukey para Altura de Planta (cm), de las variables: Variedad y Altitud.

Los contrastes presentados en la tabla 27 y tabla 28 respectivamente, muestran que las respuestas más representativas a la Altura de Planta por parte de la variedad y la altitud (msnm) corresponden significativamente a la variedad "Catimor" con una media de altura de 28.01 cm y a la altitud de 1100 msnm con una media de 20.94 cm.

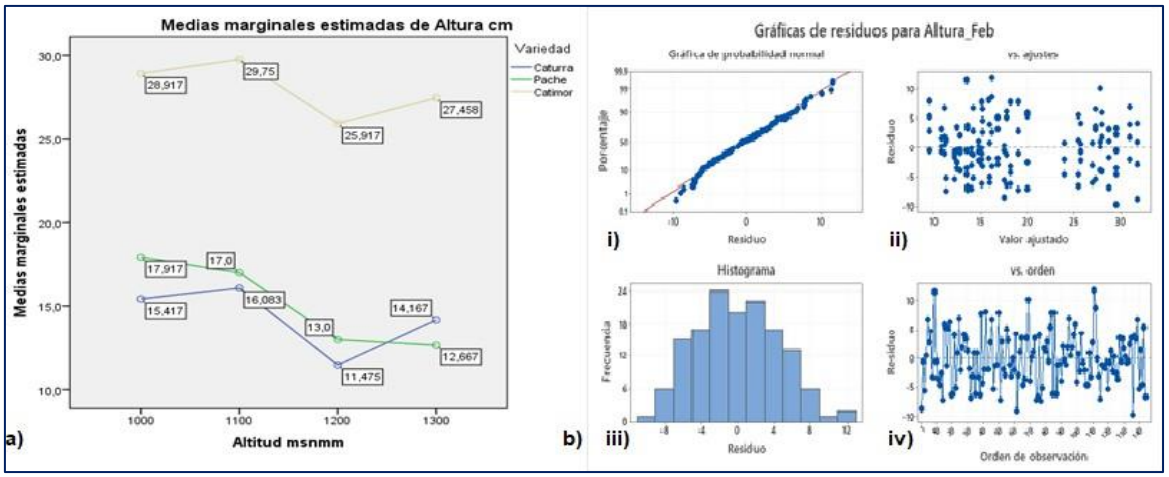


Figura 22. Medias conjuntas de altitud y variedad y grafico de cumplimiento de supuestos del modelo.

La figura 22, en el inciso a) muestra adicionalmente que la variedad (significativa) "Catimor" es la que más aporta a la Altura (cm) de planta en la evaluación del experimento en el mes de febrero, lo hace junto con nivel de altitud de 1100 msnm, con una media de 29.75 cm; además al cumplirse los supuestos de normalidad (Item b, i), varianza constante (Item b, ii) e independencia de los residuos (Item b, iv), se da conformidad al modelo.

Tabla 29

Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Número de hojas.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	1278,61	13	98,35	5,11**	**<0,0001**
Bloque	91,56	2	45,78	2,38	0,0968
Altitud	162,22	3	54,07	2,81*	**0,0421**
Variedad	837,06	2	418,53	21,74**	**<0,0001**
Altitud*Variedad	187,78	6	31,30	1,63	0,1450
Error	2502,94	130	19,25		
Total	3781,56	143			

R^2: 34%; CV: 27,33%; p valor: < 0.05/significativo (*) - < 0.01/Altamente significativo (**)

Los resultados de la tabla 29, muestran que se cumple la hipótesis de significancia del efecto del factor B, Variedad de plantaciones de "Café" (p valor < 0.0001) y además el factor A, Altitud de los pisos (p-valor < 0.0421); no presenta significancia el efecto del factor de interacción AB, por lo que realizamos la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para

discernir la diferencia de respuesta de las variedades y las altitudes a través de sus medias en el Número de Hojas:

Tabla 30

Prueba de comparaciones múltiples.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,66145			
Error: 22,5522 gl: 130			
Altitud	Medias	n	E.E.
3 1200 msnm	14,22	36	0,73 A
4 1300 msnm	16,56	36	0,73 A
2 1100 msnm	16,67	36	0,73 A
1 1000 msnm	16,78	36	0,73 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tabla 31

Prueba de comparaciones múltiples.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,10232			
Error: 19,2534 gl: 130			
Variedad	Medias	n	E.E.
1 “Caturra”	13,29	48	0,63 A
2 “Pache”	15,71	48	0,63 B
3 “Catimor”	19,17	48	0,63 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

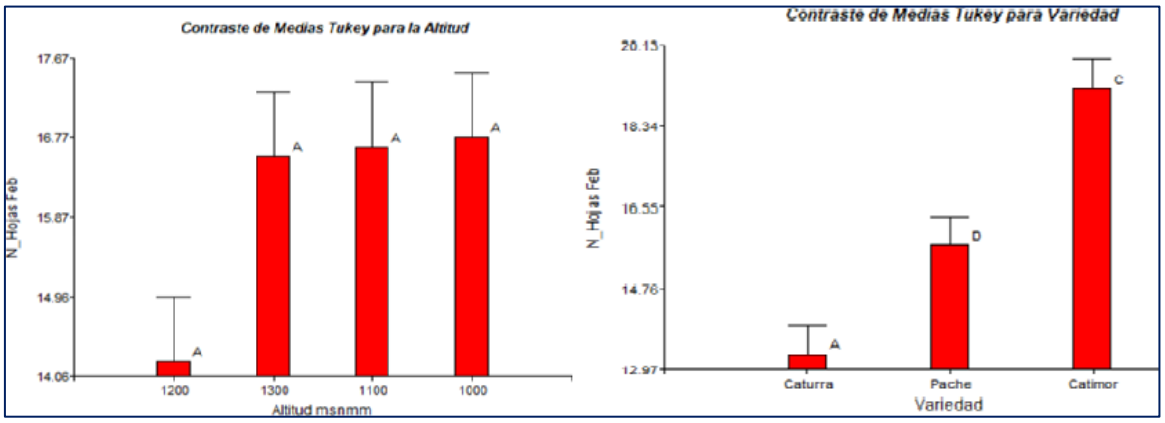


Figura 23. Contraste gráfico de medias Tukey para Número de Hojas, de las variables: Variedad y Altitud.

Los contrastes presentados en la tabla 30 y tabla 31 respectivamente, muestran que las respuestas más representativas a la Altura de Planta por parte de la variedad y la altitud (msnm) corresponden significativamente a la variedad “Catimor” con una media de Número

de Hojas de 19.17 y a la altitud de 1000 msnm con una media de 16.78, sin diferencia significativa respecto a las otras altitudes.

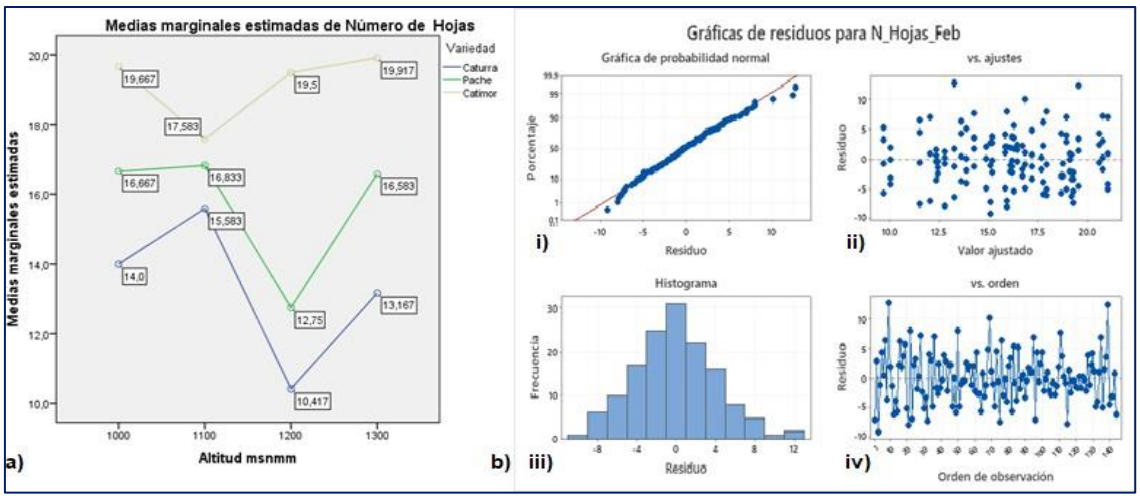


Figura 24. Medias conjuntas de altitud y variedad y grafico de cumplimiento de supuestos de modelo.

La figura 24, en el inciso a) muestra adicionalmente que la variedad (significativa) "Catimor" es la que más aporta al Número de Hojas de planta en la evaluación del experimento en el mes de febrero, lo hace junto con nivel de altitud de 1300 msnm, con una media de 19.92; además al cumplirse los supuestos de normalidad (Item b, i), varianza constante (Item b, ii) e independencia de los residuos (Item b, iv), se da conformidad al modelo.

Tabla 32

Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: número de ramas.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	44,30	13	3,41	3,83**	**<0,0001**
Bloque	7,39	2	3,69	4,15*	0,0179
Altitud	6,97	3	2,32	2,61	0,0543
Variedad	25,35	2	12,67	14,24**	**<0,0001**
Altitud*Variedad	4,60	6	0,77	0,86	0,5256
Error	115,69	130	0,89		
Total	159,99	143			

R^2: 28%; CV: 191,33%; p valor: < 0.05/significativo (*) - < 0.01/Altamente significativo (**)

Los resultados de la tabla 32, muestran que se cumple la hipótesis de significancia del efecto del factor B, Variedad de plantaciones de "Café" (p valor < 0.0001), el factor A, Altitud de los pisos (p-valor < 0.0543) no presenta significancia; igualmente el efecto del factor de interacción AB no presenta significancia, por lo que realizamos la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para discernir la diferencia de respuesta de las variedades a través de

sus medias en el Número de Ramas:

Tabla 33

Prueba de comparaciones múltiples.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45199			
Error: 0,8900 gl: 130			
Variedad	Medias	N	E.E.
1 “Caturra”	0,15	48	0,14 A
2 “Pache”	0,25	48	0,14 A
3 “Catimor”	1,08	48	0,14 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

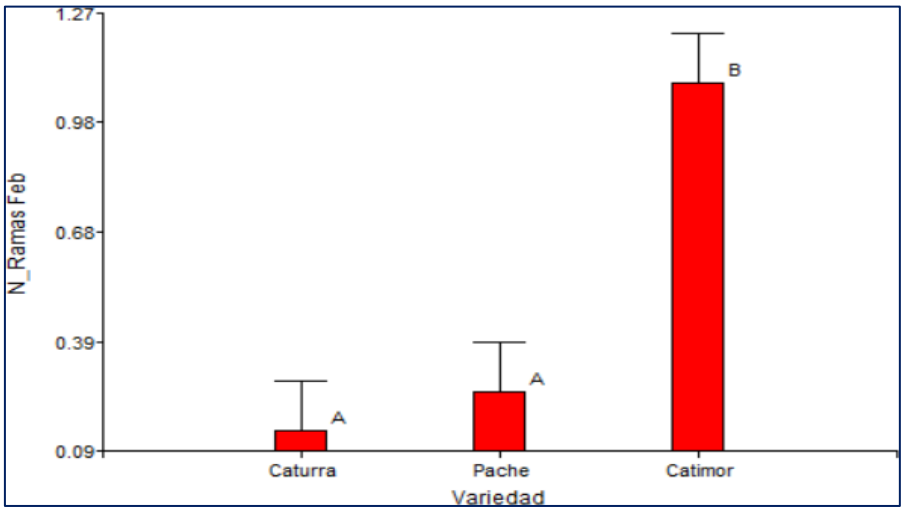


Figura 25. Contraste gráfico de medias Tukey para Número de Ramas.

El contraste muestra en la tabla 33, que la respuesta más representativa al número de ramas e independientemente de la altitud (msnm) corresponde significativamente a la variedad “Catimor” con una media de Número de Ramas en la plantación de 1.08.

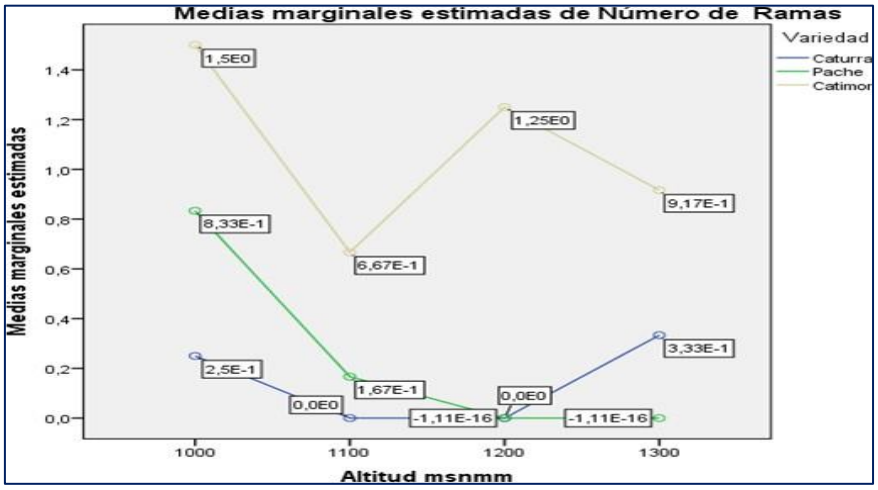


Figura 26. Medidas conjuntas de altitud y variedad en el número de ramas.

La figura 26, muestra adicionalmente a que la variedad (significativa) “Catimor” es la que más aporta al Número de Ramas en la evaluación del experimento en el mes de febrero, lo hace junto con el nivel de altitud de 1000 msnm, con una media de 1.5.

3.3.5. Variables de sanidad: incidencia y severidad de la “Roya”

Esta variable de sanidad aparece muy tenuemente en el mes de febrero y se los considero variables respuesta.

Tabla 34

Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: incidencia (%).

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	2747,00	13	13211,34	3,27**	**0,0003**
Bloque	247,79	2	123,90	1,92	0,1511
Altitud	1463,87	3	487,96	7,55**	**0,0001**
Variedad	305,01	2	152.51	2,36	0,0984
Altitud*Variedad	730,70	6	121,78	1,88	0,0881
Error	8400,63	130	64,62		
Total	11148,01	143			

R^2: 25%; CV: 326,08%; p valor: < 0.05/significativo (*) - < 0.01/Altamente significativo (**)

Los resultados de la tabla 34, muestran que se cumple la hipótesis de significancia del efecto del factor A, Altitud de pisos (p-Valor < 0.0001) , el factor B Variedad de plantaciones de “Café” (p valor < 0.0984) no es significativo; igualmente el efecto del factor de interacción AB no presenta significancia, por lo que realizamos la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para discernir la diferencia de respuesta de las altitudes en msnm a través de sus medias en el % de incidencia de la “Roya”:

Tabla 35

Prueba de comparaciones múltiples.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,87582

Error: 64,6202 gl: 130

Altitud	Medias	n	E.E.
3 1200 msnm	0,00	36	1,34 A
1 1000 msnm	0,26	36	1,34 A
4 1300 msnm	1,74	36	1,34 A
2 1100 msnm	7,87	36	1,34 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

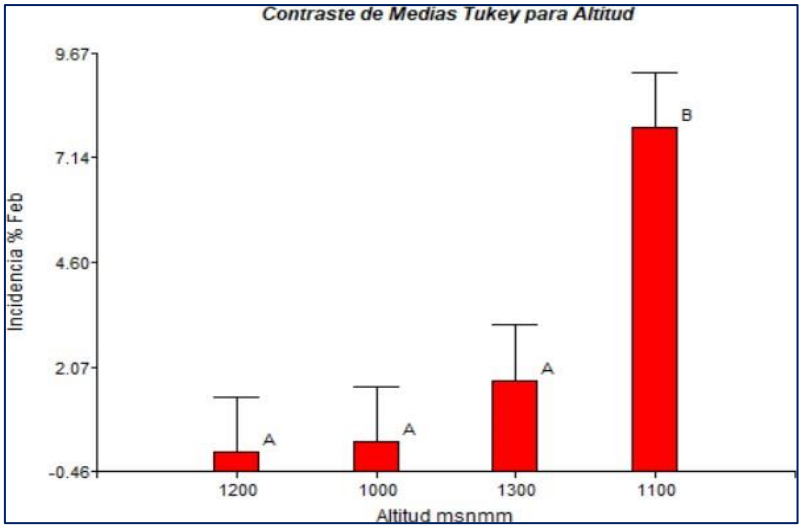


Figura 27. Contraste gráfico de medias Tukey para incidencia (%).

El contraste muestra en la tabla 35, que la respuesta más representativa al % de incidencia de "Roya" e independientemente de la variedad de "Café", corresponde significativamente a la Altitud de 1200 msnm con una media de 0.0% de Incidencia. Es de notar en este caso buscamos la menor incidencia en el presente estudio.

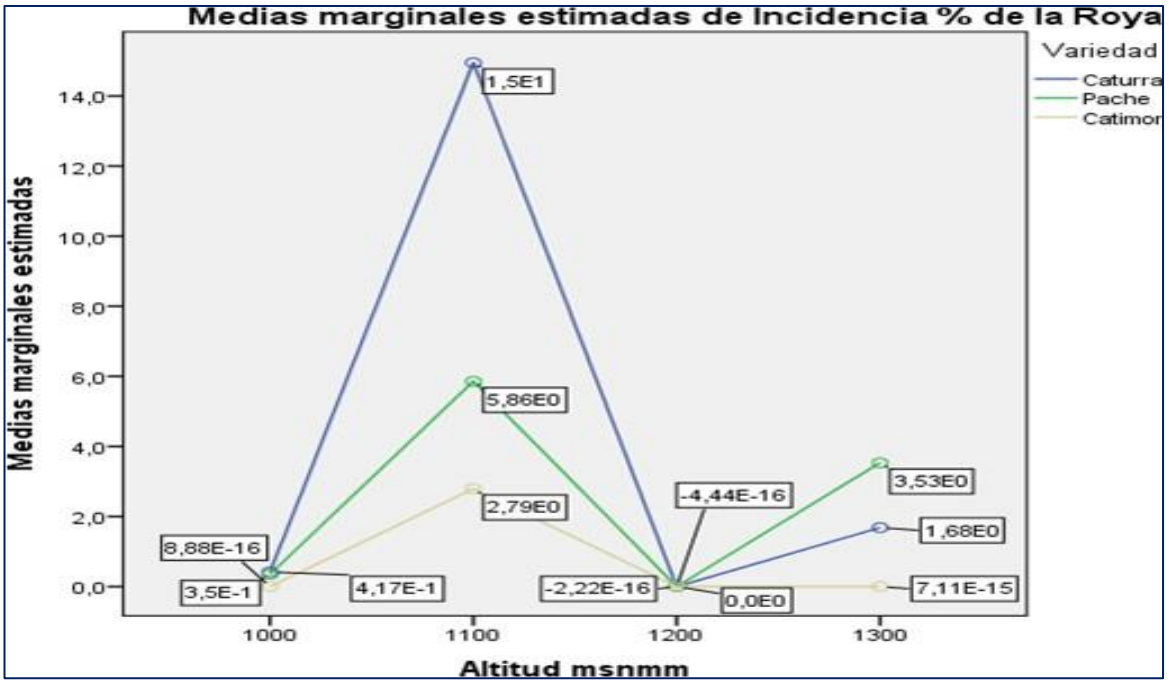


Figura 28. Medidas conjuntas de altitud y variedad en la incidencia % de la "Roya".

La figura 28, muestra adicionalmente a que la Altitud 1200 msnm (significativa) que más aporta a la disminución de la Incidencia% de la "Roya", en la evaluación del experimento en el mes de febrero, lo hace junto con las tres variedades de "Café", específicamente con "Catimor" que alcanzan 0.0% de incidencia de "Roya".

Tabla 36

Análisis de la Varianza (SC tipo III) Variable: Severidad %.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	1778,73	13	136,83	3,14**	**0,0004**
Bloque	172,79	2	86,39	1,98	0,1421
Altitud	988,95	3	329,65	7,56**	**0,0001**
Variedad	182,31	2	91,15	2,09	0,1278
Altitud*Variedad	434,69	6	72,45	1,66	0,1356
Error	5669,82	130	43,61		
Total	7448,55	143			

R^2: 24%; CV: 323,69%; p valor: < 0.05/significativo (*) - < 0.01/Altamente significativo (**)

Los resultados de la tabla 36, muestran que se cumple la hipótesis de significancia del efecto del factor A, Altitud de pisos (p-Valor < 0.0001) , el factor B Variedad de plantaciones de "Café" (p valor < 0.1278) no es significativo; igualmente el efecto del factor de interacción AB no presenta significancia, por lo que realizamos la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para discernir la diferencia de respuesta de las altitudes en msnm a través de sus medias en el % de severidad de la "Roya":

Tabla 37

Prueba de comparaciones múltiples.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,00568			
Error: 43,6140 gl: 130			
Altitud	Medias	n	E.E.
3 1200 msnm	0,00	36	1,10 A
1 1000 msnm	0,26	36	1,10 A
4 1300 msnm	1,42	36	1,10 A
2 1100 msnm	6,48	36	1,10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

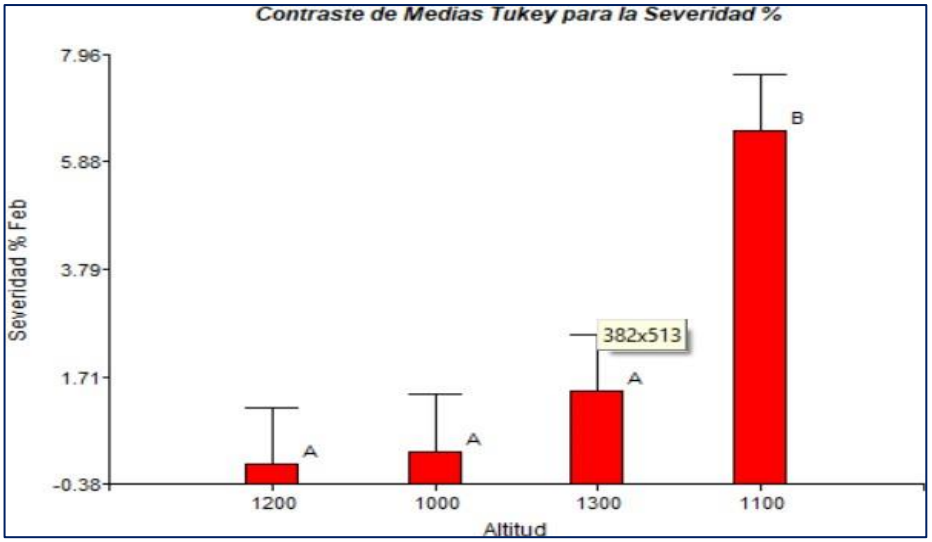


Figura 29. Contraste gráfico de medias Tukey para Severidad % de la "Roya".

El contraste muestra en la tabla 37, que la respuesta más representativa al % de severidad de "Roya" e independientemente de la variedad de "Café", corresponde significativamente a la Altitud de 1200 msnm con una media de 0.0% de Severidad. Es de notar en este caso buscamos la menor severidad en el presente estudio.

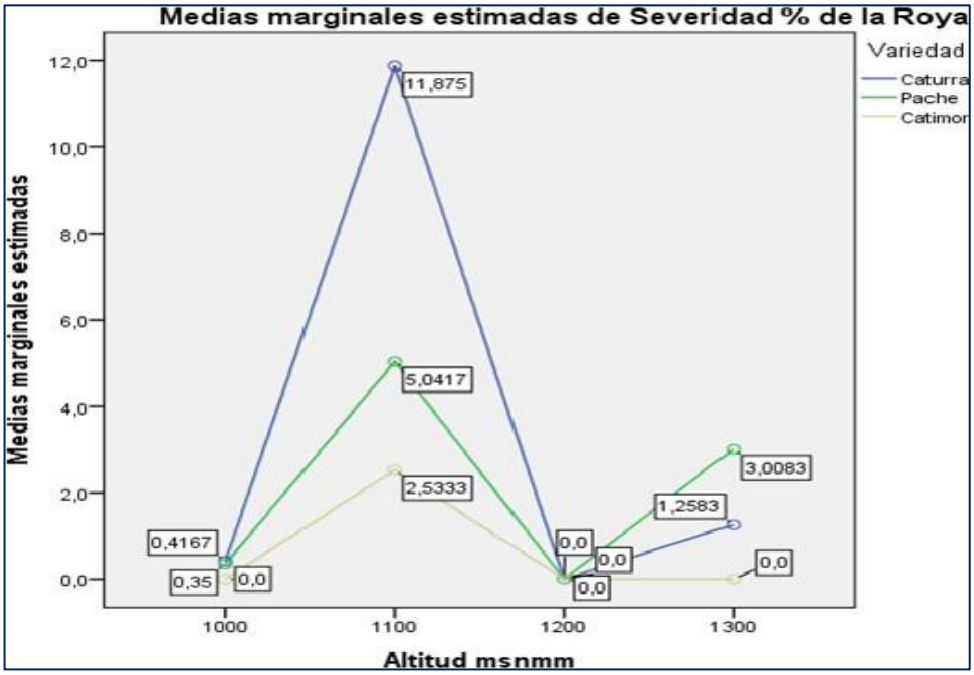


Figura 30. Medias conjuntas de altitud y variedad en la severidad % de la "Roya".

La figura 30, muestra adicionalmente a que la Altitud 1200 msnm (significativa) que más aporta a la disminución de la severidad % de la "Roya", en la evaluación del experimento en el mes de febrero, lo hace junto con las tres variedades de "Café", alcanzando con las tres de ellas 0.0% de severidad de "Roya".

3.4. Discusión de resultados.

Debido a que las parcelas fueron establecidas en campos abiertos, sin dosel, los parámetros ecológicos medidos (temperatura precipitación y humedad relativa), serian categorizados como parámetros externos de influencia directa sobre la plantación, debido a que la plantación estaría en la etapa de establecimiento en campo definitivo, sobre el cual, el sistema alcanzaría su equilibrio más adelante; los resultados de estos parámetros guardan coherencia con los resultados de Sarango A., (2018), quien evalúa el clima dentro y fuera del sistema, indicando que existen diferencias significativas entre estos, entretanto, que en los elementos del microclima no existieron correlaciones; también con Fernández C., (2018), quien indica que la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento fueron diversas entre las evaluaciones, parcelas y sitios; y que no existió coincidencia total con los rangos óptimos señalados por varios autores; y que en este estudio se registraron en el caso de la temperatura, máximas superiores a los 25 °C en todos los pisos, y solo en los pisos 1200 y 1300 msnm la correlación lineal fue positiva; para los parámetros humedad y precipitación, todos los pisos presentaron correlaciones negativas, en la asociación de las variables temperatura y humedad relativa existiendo una relación inversa fuerte con dependencia total entre las variables en todos los pisos, mientras que entre las variables temperatura y precipitación hubo una correlación inversa débil y entre las variables precipitación y humedad un relación positiva moderada; otras relaciones, como temperatura, altura y numero de hojas, se estableció una relación positiva débil; Humedad, altura y número de hojas relación fue inversa; y la precipitación, altura y número de hojas relación fue inversa.

En cuanto a las respuestas morfológicas de las tres especies evaluadas se obtuvieron mejores promedios en altura media, número de hojas y ramas, en la variedad “Catimor” luego la variedad “Pache” y “Caturra”, en cuanto a los pisos se estableció que el piso 1100 msnm tuvo mejores respuestas, siendo la especie “Catimor” la que expreso mejores respuestas a 1000 msnm; estos resultados son comparables con Alarcón A., (2016), quien evaluó la respuesta morfológica de las variedades Costa Rica 95, Colombia y “Catimor”; en cuanto a la especie “Catimor” fue la que menor respuesta tuvo para todos los parámetros evaluados, no siendo el caso en este estudio; en otro estudio realizado por Vásquez T., (2015), en Rioja y Lamas; evaluó la productividad en relación a la cantidad de entrenudos; resalta que la variedad “Caturra” a 800-1000 msnm tiene mejores resultados y que 1000-

1200 msnm es la variedad “Pache”.

La influencia de los parámetros meteorológicos en la morfología de las plantas de “Café” de las variedades Caturra”, “Pache” y “Catimor” son significativos para la variedad “Catimor”, en altura de planta, número de hojas y numero de ramas y que el piso de 1200 msnm tuvo las mejores respuestas sanitarias; por otro lado en la incidencia y severidad de a “Roya”, concordamos con Vásquez G. (2018), quien indica que, la frecuencia de los principales factores ambientales que influyen en el manejo y control de la “Roya” son, la temperatura, humedad relativa, precipitación y viento; y los resultados son similares a Alarcón A., (2016), quien indica que la variedad “Catimor” presentó la menor incidencia a la “Roya” y en cuanto a la altura similares a Vallejos O., (2016), quien argumenta que la altitud 1000 y 1200 msnm presentaron mejores respuestas de resistencia a la infección de la “Roya amarilla” y son comparables con Vásquez T., (2015), quien indica que las variedades “Pache”, “Caturra”, de las tres evaluadas, presentaron una resistencia de grado tres de tolerancia, es decir menos del 10% del área de la hoja afectada por “Roya”; cabe indicar que estos resultados fueron realizadas en plantas establecidas siendo ese el único factor discordante.

Los resultados bosquejan suficiente evidencia de la respuesta ecofisiológica de tres variedades de “Café” en cuatro pisos altitudinales, en donde los factores evaluados (altura, numero de hojas, numero de rama e incidencia y severidad de la “Roya”); manifiestan expresiones morfológicas, en relación a los factores climáticos; por lo que concluimos que si hay influencia ecofisiologica y que ésta, es significativa en la variedad “Catimor”.

CONCLUSIONES

Los parámetros meteorológicos evaluados en los meses de noviembre 2019 – enero 2020; la temperatura en cuatro pisos altitudinales presenta una alta homogeneidad con coeficientes de variación menores al 10 %, encontrándose en el rango promedio por pisos de 22,98 a 26,99 °C, con un promedio general de 25,41 °C; de igual manera la humedad relativa presenta una distribución homogénea y estable con coeficientes de variación menores a 11 %, encontrándose en el rango promedio por pisos de 72,85 a 76,11 % de humedad, con un promedio general de 74,57 %; en cuanto a la precipitación presenta una distribución heterogénea con coeficientes de variación mayores a 100 %, los rangos promedios por pisos variaron entre 1.10 a 8.48 mm, y un promedio general de 4,95 mm, siendo este parámetro el que mayor variación presento debido a la estacionalidad.

El comportamiento morfológico de las variedades “Caturra”, “Pache” y “Catimor”; en los cuatro pisos altitudinales, la variedad “Catimor” presento coeficientes de variación que lo ubican entre alta homogeneidad a moderada heterogeneidad durante los meses de noviembre a enero 2020, entretanto que en febrero 2020 se registra coeficientes con alta heterogeneidad sin embargo menores y más estables que las especies “Caturra” y “Pache”; y es la variedad que según el modelo estadístico registro mejor respuesta morfologica en todos los pisos.

En cuanto a la influencia de los parámetros meteorológicos en la morfología del “Café”, variedades “Caturra”, “Pache” y “Catimor”, en los cuatro pisos altitudinales; indican que: para ganancia de altura y número de hojas sin considerar la variedad, es el piso 1100 msnm, sin embargo para la cantidad de ramas es el piso 1000 msnm; la variedad “Caturra” presentó mejores respuestas morfológicas en altura y número de hojas en el piso de 1100 msnm, sin embargo, la variable ramas tuvo mejor respuesta equivalente a 1000 y 1300 msnm; la variedad “Pache” presento mejores respuestas morfológicas en altura y número de ramas a 1000 msnm y número de hojas en el piso de 1300 msnm; la variedad “Catimor” presentó mejores respuestas morfológicas en altura a 1300 msnm y número de hojas y ramas en el piso de 1000 msnm; y en cuanto a las variables incidencia y severidad de la “Roya”, solo se presentó en el piso 1100 msnm.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a los investigadores, en trabajos similares considerar evaluaciones desde la germinación de la semilla de las distintas variedades en cada piso altitudinal y ampliar el tiempo de evaluación para la obtención de resultados anuales a fin de poder determinar la correlación de las variables estudiadas en un rango más amplio al de este estudio, por ejemplo un año y además considerar los meses de marzo a abril que es la estación más lluviosa así como las variables horas sol e intensidad luminosa, a fin de complementar este estudio.

- ✓ A los tesistas, que realicen investigaciones de mediciones de parámetros meteorológicos, usar equipos que sean certificados y validados por una institución que mide estos parámetros como SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú).

- ✓ A los investigadores, que evalúen los mismos criterios de este estudio, pero en plantaciones establecidas, en las que se puedan incluir variables como el dosel, edad de la plantación.

- ✓ Ala Universidad Nacional de San Martín facultad de Ecología, establecer un programa de estudio y evaluación continua en parcelas permanentes en "Café" para las variedades presentes en la zona, como son "Caturra", "Pache" y "Catimor".

- ✓ A la Universidad Nacional de San Martín facultad de Ecología, socializar los diferentes estudios realizados en la zona de Jepelacio a fin de estrechar vínculos y capacidades, oportunidades y conocimiento sobre los temas investigados.

- ✓ A los productores de "Café" (***Coffea arabica***), tomar en cuenta los resultados de las diferentes investigaciones para la instalación de las diferentes variedades de "café" según el lugar en donde se encuentren; así mismo a ejercer sociedad con la Unidad de investigación de la facultad de Ecología para colaborar con estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD Alameda, A. Sofía. *Diseño e implementación de un sistema de seguimiento de parámetros ambientales en plantaciones de café* [en línea]. Tesis de maestría. Piura, Perú: Universidad de Piura, 2017. [Consulta: 17 noviembre 2020]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2639.

ABAD Retete, M. *"Efecto de sobra y frecuencia de riesgo en la etapa de aclimatación de plantas clonadas de café (**Coffea arabica L.**) variedad caturra en fase de vivero, morales-San Martín"* [en línea]. Tesis de Pregrado. Tarapoto - Perú: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, 2015. [Consulta: 17 noviembre 2020]. Disponible en: http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/547.

AGROBANCO. *Cultivo del café* [en línea]. 2007. S.l.: AGROBANCO. [Consulta: 17 noviembre 2020]. Disponible en: http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/1_cultivo_del_caf.pdf.

ALARCÓN Águila, G. *Comportamiento de tres variedades de café (**Coffea arabica L.**) en el valle del Perené, Junín - Perú* [en línea]. Tesis de Pregrado. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016. [Consulta: 17 noviembre 2020]. Disponible en: http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1982.

CANGO Ambuludi, K.Y. *Caracterización de la vegetación y el microclima en sistemas agroforestales café (**Coffe arabica L.**) en tres pisos altitudinales en la zona cafetalera Quilanga-Espíndola de la provincia de Loja.* [en línea]. Tesis de Pregrado. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja, 2018. [Consulta: 17 noviembre 2020]. Disponible en: https://dspace.unl.edu.ec//handle/123456789/21005.

CARRANZA Goicochea, J. *Efecto de la altitud y edad de plantación como variables determinantes en la incidencia de broca del café **Hypothenemus Hampei** (Ferrari), en la Provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas, 2017* [en línea]. Tesis de Pregrado. Chachapoyas, Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2018. [Consulta: 17 noviembre 2020]. Disponible en: http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1301.

CONHYDRA. Proyecto de inversión pública a nivel de perfil: mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento del centro poblado Emilio San Martín, distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín, 2018. [en línea]. [Consulta: 11 octubre 2020]. Disponible en: https://es.scribd.com/document/432951016/Download-pdf.

DAS. Buenas prácticas en el cultivo de café [en línea]. 2015. S.l.: DEVIDA. [Consulta: 17 noviembre 2020]. Disponible en: https://n9.cl/q4l1.

DÍAZ Vargas, C. y CARMEN Willems, M. Línea de base del sector café en el Perú. PNUD. Lima: 2017.

DIRAE. Dirae - Diccionario Inverso de la Real Academia Española, 2012. [en línea]. [Consulta: 11 octubre 2020]. Disponible en: https://dirae.es/.

ECURED. Evapotranspiración - EcuRed, 2011. [en línea]. [Consulta: 11 octubre 2020]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Evapotranspiraci%C3%B3n.

EETP. Manual del cultivo de café. Quevedo - Ecuador: Estación Experimental Tropical Pichilingue, 1993.

FERNÁNDEZ Cuenca, Y.G. *Caracterización de la vegetación y el microclima en Sistemas Agroforestales Café (**Coffea Arabica L.**) en tres pisos altitudinales del cantón Puyango en la provincia de Loja*, 2018. [en línea]. Loja, Ecuador: Loja. [Consulta: 17 noviembre 2020]. Disponible en: https://dspace.unl.edu.ec//handle/123456789/20896.

GLIESSMAN, S.R. *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible* [en línea]. 1. Turrialba, Costa Rica: Catie, 2002. ISBN 977-57-385-9. Disponible en: https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/agroecologia-procesos-ecolc3b3gicos- en-agricultura-sostenible-stephen-r-gliessman.pdf.

GUERRERO Lazo, J. Asistencia técnica dirigida en: Toma de muestras y recomendaciones de fertilización en cultivos tropicales [en línea]. 2012. S.l.: AGROBANCO. [Consulta: 17 noviembre 2020]. Disponible en: https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/039-a-tropicales.pdf.

GUEVARA Sánchez, M., BERNALES del Águila, C.I., SAAVEDRA Ramírez, J. y OWAKI López, J.J. Efecto de la altitud en la calidad del café (***Coffea arabica L.***): comparación entre secado mecánico y tradicional. *Scientia Agropecuaria*, vol. 10, no. 4, pp. 505-510, 2019. ISSN 2077-9917. DOI 10.17268/sci.agropecu.2019.04.07.

HERNÁNDEZ Gil, R. Introducción a la ecofisiología vegetal. *Botanica Online*, 2020. [en línea]. Disponible en: http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/.

INEI. Censo distrital Departamento de San Martín, 2017. [en línea]. [Consulta: 12 octubre 2020]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/cuadros/dpto22.xlsx.

INEI. Población por departamentos, provincias y distritos. [en línea]. [Consulta: 12 octubre 2020]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1715/libro.pdf.

INFOCAFES. Producción de café en Perú, 2019. [en línea]. Disponible en: http://infocafes.com/portal/infocafes/produccion-de-cafe-en-peru/.

INIA. Manejo integrado de la roya amarilla del caféto en Perú. *INIA*. S.l.: 2013.

JARAMILLO R., A. y VALENCIA A., G.,. Los elementos climáticos y el desarrollo de ***Coffea Arabica*** l en Chinchiná Colombia. En: Accepted: 2017-03-03T16:04:39Z [en línea], [Consulta: 23 diciembre 2020]. ISSN 0120-0275. Disponible en: https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/738.

LOZANO, M. Registro de datos ambientales y meteorológicos en campo. Capacitación. 18 junio 2019. S.l.: s.n.

MARÍN Ciriaco, G. *Producción de cafés especiales* [en línea]. 1. Lima, Perú: Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo - DESCO, 2012. [Consulta: 17 noviembre 2020]. Disponible en: https://isbn.cloud/9786124043413/produccion-de-cafes-especiales/.

MARÍN, G. Producción de cafés especiales. Manual técnico [en línea]. 12 noviembre 2012. S.l.: DESCO. [Consulta: 12 octubre 2020]. Disponible en: https://www.desco.org.pe/produccion-de-cafes-especiales-manual-tecnico.

MINAGRI. Caracterización de las zonas cafetaleras en el Perú. [en línea]. Informe final. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura, 2003. [Consulta: 10 noviembre 2020]. Disponible en: https://repositorio.minagri.gob.pe/jspui/bitstream/MINAGRI/576/1/CARACTERIZACION%20DE%20LAS%20ZONAS%20CAFETALERAS%20EN%20EL%20PERU%20%281%29.pdf.

MINAGRI. Situación actual del café en el país. [en línea]. [Consulta: 26 julio 2020]. Disponible en: http://minagri.gob.pe/portal/485-feria-scaa/10775-el-cafe-peruano#:~:text=El%20Per%C3%BA%20posee%20425%2C416%20hect%C3%A1reas,67%20provincias%20y%20338%20distritos.

MINCETUR. San Martín : Reporte de Comercio. . Lima: 2019.

MOACYR Maestri y SANTOS Barros, R. Ecofisiologia de Cultivos Tropicales Cafe. 1. Costa Rica: Bib. Orton IICA / CATIE. 1981.

NÚÑEZ Juárez, S. y VILLACORTA Chambi, S.P. Peligro Geológico en los centros poblados Carrizales, San Miguel – El Mirador, Pacaypite y Jepelacio. Región San Martín, provincia Moyobamba, distrito Jepelacio. En: Accepted: 2018-06-22T20:12:12Z, Repositorio Institucional INGEMMET, 2013. [en línea], [Consulta: 11 octubre2020]. Disponible en: https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1492.

OLMO M. Relative Humidity. 2012. [en línea]. [Consulta: 11 octubre 2020]. Disponible en: http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Kinetic/relhum.html.

PAIMA Flores, J.K. Influencia de tres pisos altitudinales en las características físicas y sensoriales del café (***Coffea arábica L***.) Variedad Catimor en los distritos de Lamas y Alonso de Alvarado Roque. S.l.: Universidad Nacional de San Martín. 2017.

POSADA, S.G. Cambio climático: ¿Una amenaza para el cultivo del café? ¡Qué Café!, 2019.

[en línea]. [Consulta: 26 julio 2020]. Disponible en: https://quecafe.info/cambio-climático-amenaza-cultivo-de-café/.

ROBIGLIO V, BACA, M., DONOVAN, J., BUNN, C., REYES, M., GONZÁLES, D. y SÁNCHEZ, C. Impacto del cambio climático sobre la cadena de valor del café en el Perú, 2017. [en línea]. [Consulta: 16 julio 2020]. Disponible en: http://www.worldagroforestry.org/sites/default/files/outputs/El%20Impacto%20del%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20en%20el%20Caf%C3%A9_FINAL.pdf.

SAGARPA. Manual para la producción de semilla certificada de café en México [en línea]. 24 febrero 2017. S.l.: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. [Consulta: 12 octubre2020]. Disponible en: https://amecafe.org.mx/wp-content/uploads/2017/02/MANUAL-CERTIFICADA-FINAL.pdf.

SÁNCHEZ Escalante, J.A. Plan de manejo de café en el ámbito del VRAEM [en línea]. 2015. S.l.: MINAGRI. [Consulta: 19 octubre2020]. Disponible en: http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/c-educacion_extension/c30/maejo_cafe_vraem.pdf.

SÁNCHEZ Laurel, D. Registro de datos ambientales y meteorológicos en campo. Capacitación. 18 junio 2019. S.l.: s.n.

SARANGO Acaro, T.Y. Facultad Agropecuaria Y De Recursos Carrera De Ingeniería Forestal. S.l.: Universidad Nacional de Loja, 2018.

SOSA Medina, J.M. Proceso de selección de semilla de café [en línea]. 7 marzo 2017. S.l.: s.n. [Consulta: 12 octubre 2020]. Disponible en: http://anuariosatlanticos.casadecolon.com/index.php/GRANJA/article/view/9935/9445.

TERRADAS, J. Ecología de la vegetación: de la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes [en línea]. S.l.: Omega, 2001. [Consulta: 11 octubre 2020]. ISBN 978-84-282-1288-5. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=30583.

TINOCO, A. y A, J., Influencia de la variabilidad climática sobre la producción de café (***Coffea arabica L***.) en Honduras 2013. Thesis. S.l.: s.n. [Consulta: 23 diciembre 2020]. Disponible en: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr:80/handle/11554/8014.

VAAST, P., CILAS, C., PERRIOT, J.-J., DAVRIEUX, F., GUYOT, B. y BOLAÑO, M. Mapping of coffee quality in Nicaragua according to regions, ecological conditions and farm management. 20th International Conference on Coffee Science, 11-15 October 2004, Bangalore, India, 2005. [en línea]. [Consulta: 10 noviembre 2020]. Disponible en: https://agritrop.cirad.fr/529369/. Nicaragua

VALLEJOS Orbe, J.P. Resistencia de plantas café arábico (***Coffea Arabica***) variedad 'Caturra roja' a la Roya Amarilla (***Hemileia vastatrix***), en la región San Martín. S.l.: Universidad Nacional de San Martín, 2016.

VARELA, S. La ecofisiología vegetal: una disciplina que nos permite tomar decisiones de manejo ante condiciones ambientales desfavorables. Presencia, 2011. vol. 56, pp. 25–28.

VÁSQUEZ García, J. Factores que influyeron en la presencia, manejo y control de la roya amarilla del café (***Hemileia vastatrix***), en la Provincia Rodríguez de Mendoza – Región Amazonas. S.l.: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2018.

VÁSQUEZ Tenazoa, A. Selección participativa de variedades locales promisorias de (***Coffea arabica***) en productividad y tolerancia a roya (***Hemileia vastatrix***) en la región San Martín. S.l.: Universidad Nacional de San Martín, 2015.

VILLERS, L., ARIZPE, N., ORELLANA, R., CONDE, C. y HERNÁNDEZ, J., Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México, 2009. Interciencia, vol. 34, no. 5, pp. 322-329.

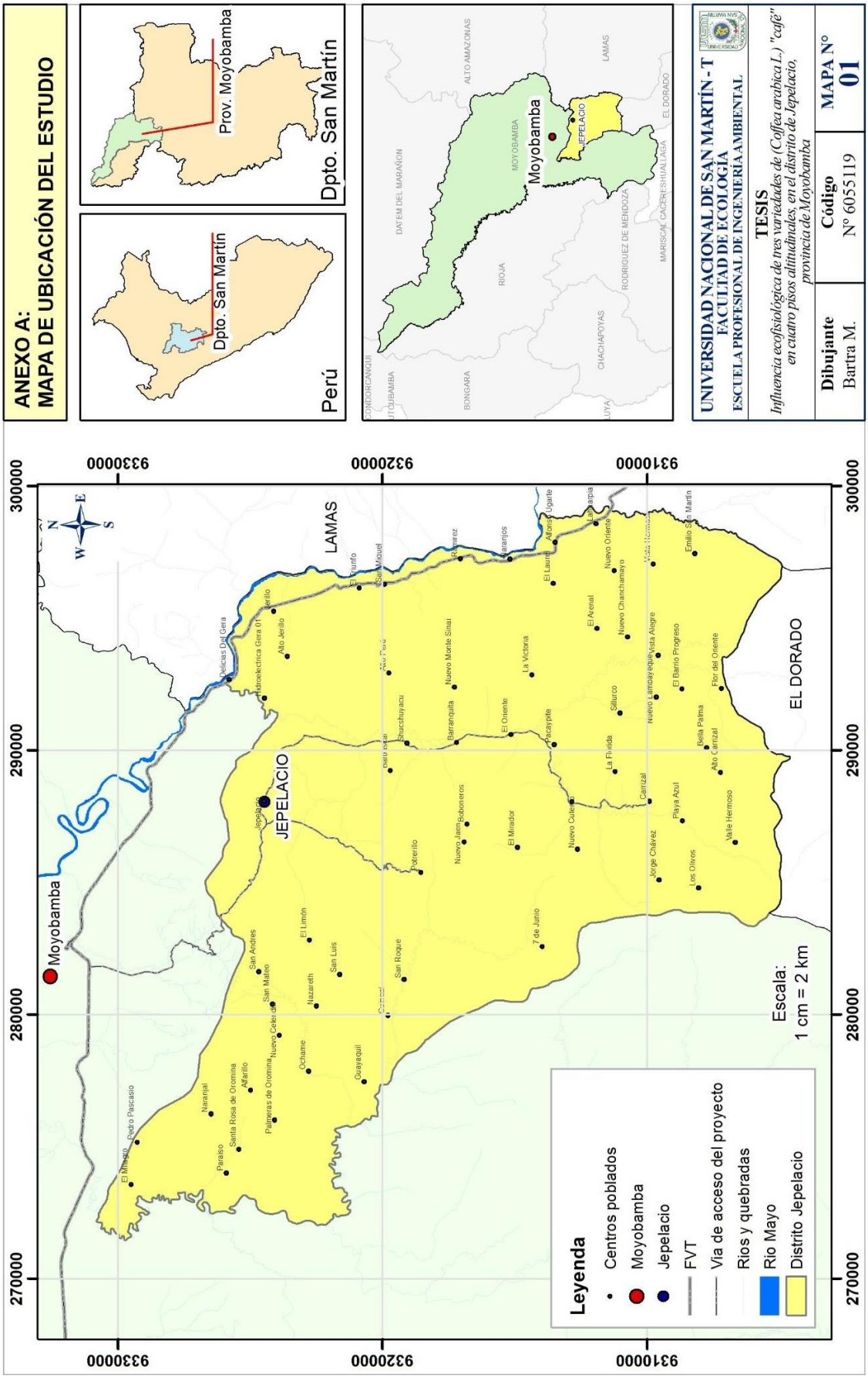
WCR. Variedades de Café Arábica | Catimor 129, 2018. [en línea]. [Consulta: 11 octubre 2020]. Disponible en: https://varieties.worldcoffeeresearch.org.

WCR. Guía de buenas prácticas en el manejo de vivero de café [en línea]. 11 noviembre 2019. S.l.: World Coffee Research. [Consulta: 12 octubre 2020]. Disponible en: https://worldcoffeeresearch.org/documents/83/Guia_2_Viveros_web.pdf.

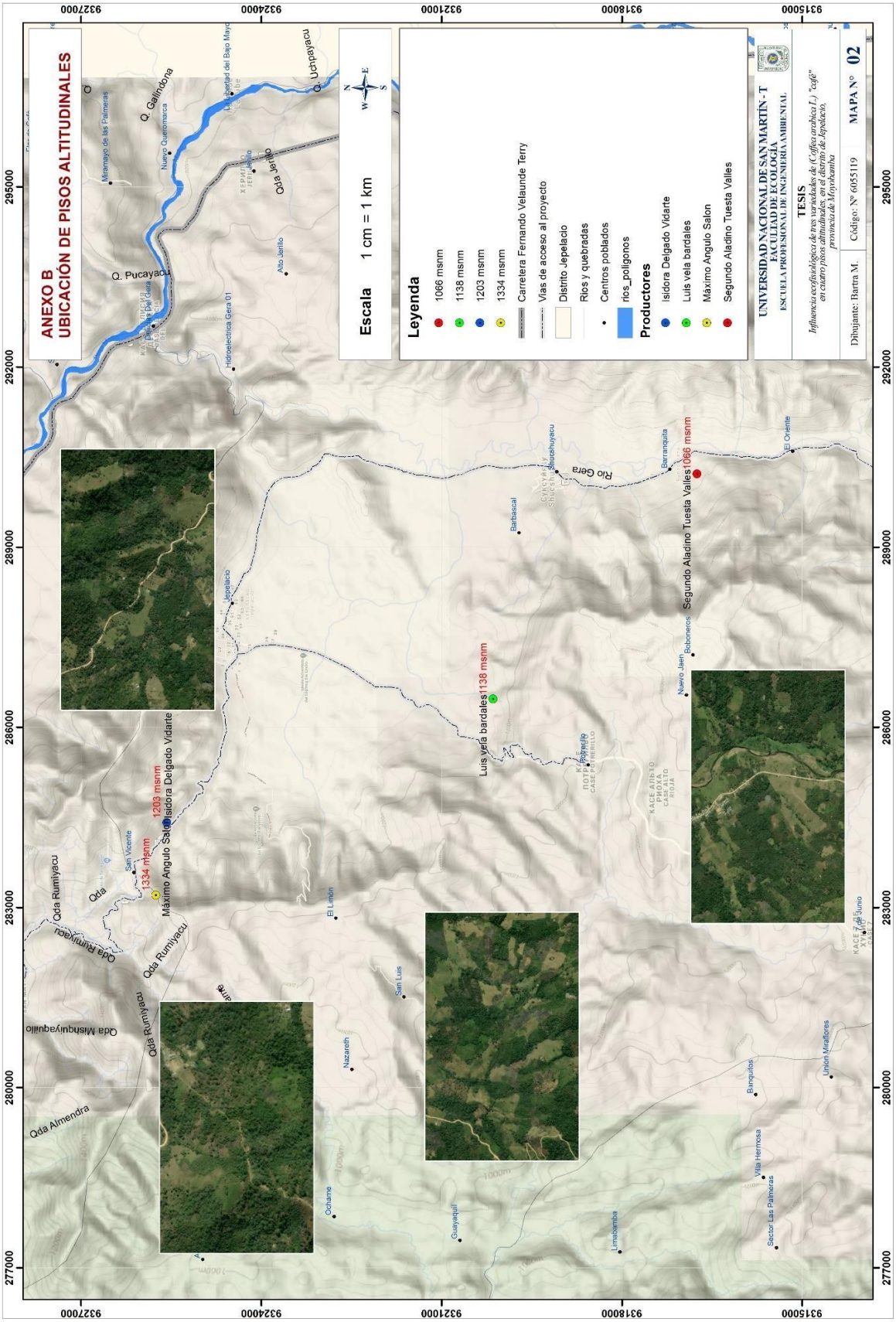
WINTGENS, J.N. Coffee: growing, processing, sustainable production. A guidebook for growers, processors, traders, and researchers. S.l.: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2004.

ANEXOS

Anexo A. Mapa de ubicación del estudio.



Anexo B. Mapa de ubicación de parcelas



Anexo C. Promedios de variables por pisos altitudinales

Año/Mes	Variables	Piso altitudinal				CV %	Observaciones
		1000	1100	1200	1300		
Noviembre 2019	Temperatura (°C)	26.99	26.82	22.98	26.18	<6,0	Distribución homogénea y estable
Noviembre 2019	Humedad relativa (%)	74.54	75.44	74.59	74.52	<7.17	Distribución homogénea y estable
Noviembre 2019	Precipitación (mm)	5.16	6.26	6.61	6.8	>129,16	Distribución altamente heterogénea e inestable
Diciembre 2019	Temperatura (°C)	25.76	26.65	23.04	26.14	< 6,9	Distribución con una alta homogeneidad
Diciembre 2019	Humedad relativa (%)	76.11	75.43	75.79	75.03	< 7,72	Alta homogeneidad (estabilidad)
Diciembre 2019	Precipitación (mm)	6.68	5.88	8.48	6.81	>104,90	Distribución heterogénea e inestable
Enero 2020	Temperatura (°C)	25.1	25.93	23.36	26	< 9,97	Distribución con una alta homogeneidad
Enero 2020	Humedad relativa (%)	72.85	74.13	73.16	73.22	< 10,52	Alta homogeneidad (estabilidad)
Enero 2020	Precipitación (mm)	2.52	1.1	1.74	1.36	>138,28	Distribución heterogénea e inestable

Anexo D. Formato de evaluación inicial de datos meteorológicos

		PARCELA 01 - 1066 msnm		PARCELA 02 - 1138 msnm		PARCELA 03 - 1203 msnm		PARCELA 04 - 1334 msnm		
		HORARIOS		HORARIOS		HORARIOS		HORARIOS		
		Primera	Segunda	Primera	Segunda	Primera	Segunda	Primera	Segunda	
FECHA:										
										OBSERVACIONES
Temperatura (°C)	Max.									
	Min.									
	AVG									
Humedad Relativa (%)	Max.									
	Min.									
	AVG									
Precipitación (PP)	mililitros									

Anexo E. Formato de evaluación de parámetros morfológicos y de sanidad

$$Incidencia(\%) = \frac{Hojas\ con\ roya}{Total\ de\ hojas} X100 \qquad Severidad(\%) = \frac{(N0 * 0) + (N1 * 1) + (N2 * 2) + (N3 * 3) + (N4 * 4)}{N * 4} X100$$

	TRAT.	Bloq.	N° Planta	Altura (cm)	N° hojas	N° Ramas	ROYA (*Hemileia vastatrix*)						
							Toatal-hojas	Hojas-Infestadas	NUMERO DE HOJAS POR GRADO				
									0 (Sano)	1 (1-5%)	(6-20%)	(21-50%)	4 (>50%)
PARCELA 01 (1000 msnm)	T1	BI	1										
			2										
			3										
			4										
		BII	1										
			2										
			3										
			4										
		BIII	1										
			2										
			3										
			4										
	T2	BI	1										
			2										
			3										
			4										
		BII	1										
			2										
			3										
			4										
		BIII	1										
			2										
			3										
			4										
	T3	BI	1										
			2										
			3										
			4										
		BII	1										
			2										
			3										
			4										
		BIII	1										
			2										
			3										
			4										
PARCELA 02 (1100 msnm)	T4	BI	1										
			2										
			3										
			4										
		BII	1										
			2										
			3										
			4										
		BIII	1										
			2										
			3										
			4										
	T5	BI	1										
			2										
			3										
			4										
		BII	1										
			2										
			3										
			4										
		BIII	1										
			2										
			3										
			4										
	T6	BI	1										
			2										
			3										
			4										
		BII	1										
			2										
			3										
			4										
		BIII	1										
			2										
			3										
			4										

PARCELA 03 (1200 msnm)	T7	BI	1										
			2										
			3										
			4										
		BII	1										
			2										
			3										
			4										
		BIII	1										
			2										
			3										
			4										
	T8	BI	1										
			2										
			3										
			4										
		BII	1										
			2										
			3										
			4										
		BIII	1										
			2										
			3										
			4										
	T9	BI	1										
			2										
			3										
			4										
		BII	1										
			2										
			3										
			4										
		BIII	1										
			2										
			3										
			4										
PARCELA 04 (1300 msnm)	T10	BI	1										
			2										
			3										
			4										
		BII	1										
			2										
			3										
			4										
		BIII	1										
			2										
			3										
			4										
	T11	BI	1										
			2										
			3										
			4										
		BII	1										
			2										
			3										
			4										
		BIII	1										
			2										
			3										
			4										
	T12	BI	1										
			2										
			3										
			4										
		BII	1										
			2										
			3										
			4										
		BIII	1										
			2										
			3										
			4										

0 (Sano) 1 (1-5%) 2 (6-20%) 3 (21-50%) 4 (>50%)

Anexo F. Panel fotográfico

Fotografía 1. Colecta de semillas de café

Fotografía 2. Sembrando las semillas de “Café”

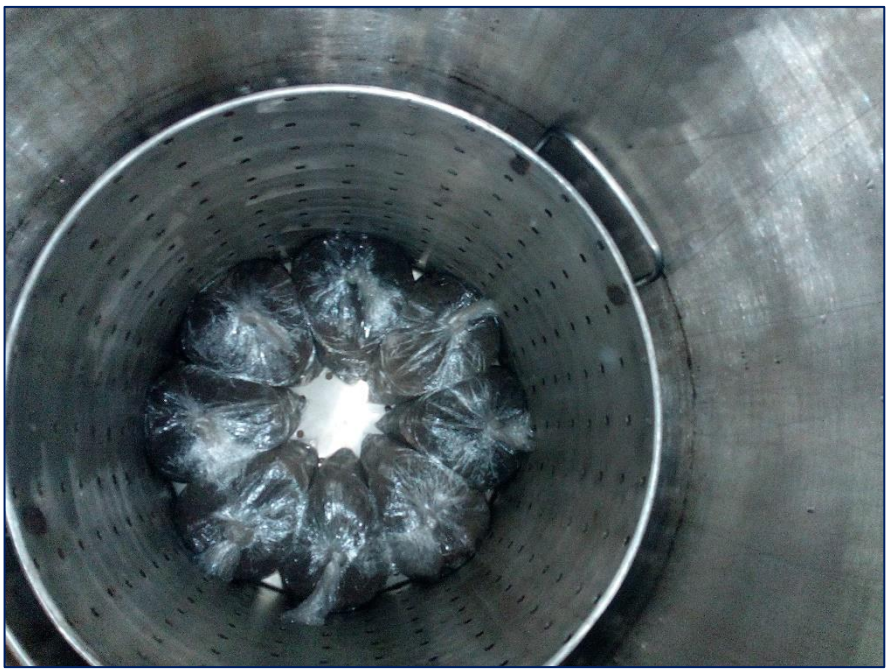
Fotografía 3. Mezclando el sustrato

Fotografía 4. Amarrando las bolsas para el sustrato

Fotografía 5. Pesando el sustrato

Fotografía 6. Pesando el sustrato

Fotografía 7. Llevando el sustrato al autoclave para esterilizarlo



Fotografía 8. Sustrato en el autoclave

Fotografía 9. Plantas de las variedades “Caturra”, “Pache” y “Catimor” ya germinadas

Fotografía 10. Llenando las bolsas para plantones

Fotografía 11. Sacando las plantas para el repique

Fotografía 12. Repicando las plantas

Fotografía 13. Plantón de “Café”.

Fotografía 14. Plantones en el invernadero

Fotografía 15. Regando los plantones

Fotografía 16. Llevando los plantones al campo

Fotografía 17. Llevando los plantones de “Café” para el trasplante

Fotografía 18. Muestra de suelo

Fotografía 19. Muestra de suelo.

Fotografía 20. Pluviómetro manual.

Fotografía 21. Midiendo con la probeta el agua recolectada en el pluviómetro manual.

Fotografía 22. Evaluando con el sensor.

Fotografía 23. Midiendo la altura de las plantas de “Café”.

Fotografía 24. Evaluando con el censor

Fotografía 25. Ataque de plaga a la planta de “Café”.

Fotografía 26. “Café” de la variedad “Caturra”

Fotografía 27. “Café” de la variedad “Pache”

Fotografía 28. "Café" de la variedad "Catimor"

CERTIFCADO

LA EMPRESA EQUIPAMIENTO CIENTIFICO S.A.C., OTORGA A:

Michael Franz Bartra Mego

El presente certificado por su asistencia a la capacitación del equipo ***Medidor ambiental Mastech MS6300*** *realizado el día 08 de octubre de 2019, en el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, Tarapoto.*

equipamiento Cientifico
www.equipamientocientifico.com

Fotografía 29. Certificado sobre manejo de equipo.

Anexo G. Parámetros meteorológicos

Variables	Pisos altitudinales (msnm)				Promedio
	1066	1138	1203	1334	
Temperatura (°C)	26,19	26,59	23,08	26,14	25,5
Humedad relativa (%)	74,88	75,19	74,82	74,49	74,84
Precipitación (mm)	5,29	5,14	6,47	5,79	5,67

Anexo H. Parámetros morfológicos

Resumen de los parámetros morfológicos mes de noviembre

Altitud	TTSS	Altura	N hojas	Ramas
1000 msnm	T1	9.1	9.7	0.0
	T2	10.2	11.6	0.0
	T3	18.1	14.6	0.0
1100 msnm	T4	9.2	11.3	0.0
	T5	10.0	10.7	0.0
	T6	17.8	12.4	0.0
1200 msnm	T7	8.4	8.3	0.0
	T8	11.0	12.6	0.0
	T9	18.1	14.0	0.0
1300 msnm	T10	8.7	9.0	0.0
	T11	9.6	11.3	0.0
	T12	19.5	13.7	0.0

Resumen de los parámetros morfológicos mes de diciembre

Altitud	TTSS	Altura	N hojas	Ramas
1000 msnm	T1	9.9	11.3	0.0
	T2	11.4	13.2	0.0
	T3	19.0	16.2	0.0
1100 msnm	T4	10.2	12.3	0.0
	T5	11.0	12.6	0.0
	T6	19.1	13.8	0.0
1200 msnm	T7	8.8	10.2	0.0
	T8	10.7	12.6	0.0
	T9	19.1	14.0	0.0
1300 msnm	T10	8.8	10.3	0.0
	T11	9.6	13.3	0.0
	T12	19.7	14.2	0.0

Resumen de los parámetros morfológicos mes de enero

Altitud	TTSS	Altura	N hojas	Ramas
1000 msnm	T1	12.8	13.0	0.1
	T2	15.8	14.7	0.2
	T3	24.2	17.9	0.5
1100 msnm	T4	14.0	14.8	0.0
	T5	13.9	13.7	0.0

	T6	24.1	15.3	0.0
1200 msnm	T7	11.0	11.5	0.0
	T8	12.0	13.8	0.0
	T9	22.4	16.8	0.5
1300 msnm	T10	11.7	12.8	0.0
	T11	11.2	15.2	0.0
	T12	22.8	16.8	0.3

Resumen de los parámetros morfológicos mes de Febrero

Altitud	TTSS	Altura	N hojas	Ramas	Incidencia (%)	Severidad (%)
1000 msnm	T1	15.4	14.0	0.3	0.4	0.4
	T2	17.9	16.7	0.8	0.3	0.3
	T3	28.9	19.7	1.5	0.0	0.0
1100 msnm	T4	16.1	15.6	0.0	14.9	11.9
	T5	17.0	16.8	0.2	5.9	5.0
	T6	29.8	17.6	0.7	2.8	2.5
1200 msnm	T7	11.5	10.4	0.0	0.0	0.0
	T8	13.0	12.8	0.0	0.0	0.0
	T9	25.9	19.5	1.3	0.0	0.0
1300 msnm	T10	14.2	13.2	0.3	1.7	1.3
	T11	12.7	16.6	0.0	3.5	3.0
	T12	27.5	19.9	0.9	0.0	0.0

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA - IIAP SAN MARTÍN

Departamento SAN MARTÍN — Provincia . MOYOBAMBA

Distrito — Predio

Referencia H.R. 71169-155C-19 — Fecha **13/12/19**

Número de Muestra			C.E.					Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cationes Cambiablé¢					Suma	Suma	°7»
Lab	Claves	pH	(1.1)	CaCO	M.O.	P	K	Arena	Limo	Arcilla	Textura		Ca"	Mg"'	K"	Na"	Al"'+ H"	de	de	Sat.De
		(1.1)	dS/m	%«	°Z«	ppm	ppm	°7»	%«	%»		meg/100g						Cationes	Bases	Bases
11801	M-(P1-1000msnm)	5.28	0.24	0.00	3.72	8.9	284	28	20	52	Ar.	22.72	14.70	4.45	0.67	0.13	0.10	20.05	19.95	88
11802	**M-(P2-1100msnm)**	**5.25**	**0.46**	**0.00**	**2.07**	5.3	**146**	**34**	32	**34**	**Fr.Ar.**	**21.60**	**17.70**	**1.82**	**0.32**	**0.10**	**0.10**	**20.04**	**19.94**	**92**
11803	**M-(P3-1200msnm)**	**6.52**	**2.39**	**2.4o**	**8.28**	5.2	**304**	**30**	**28**	**42**	Ar.	**32.00**	**29.99**	**1.05**	**0.70**	**0.26**	**0.00**	**32.00**	**32.00**	**100**
11804	M-(P4-1300m9rim	5.15	0.14	0.00	0.69	5.5	106	38	24	38	Fr.Ar.	26.40	22.30	0.93	0.23	0.12	0.25	23.84	23.59	89

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco , Fr.L. = Franco Limoso : L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcilla Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcillos
Fr.Ar.t.. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcilla Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcillos.

Lab. Análisis de Suelos, Agua y Plantas LASPAF UNALM

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina sin Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 Celular: 946 - 505 - 254

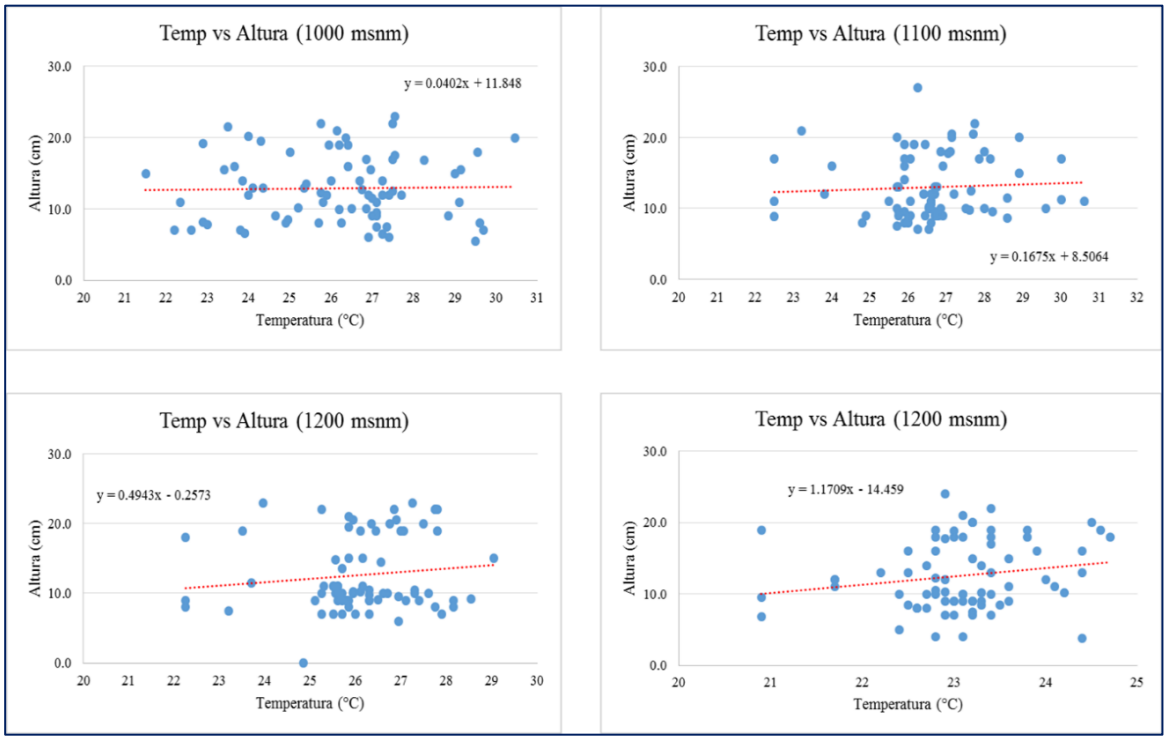
e-mail:" labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo J. Características de suelo apto para el cultivo de "Café".

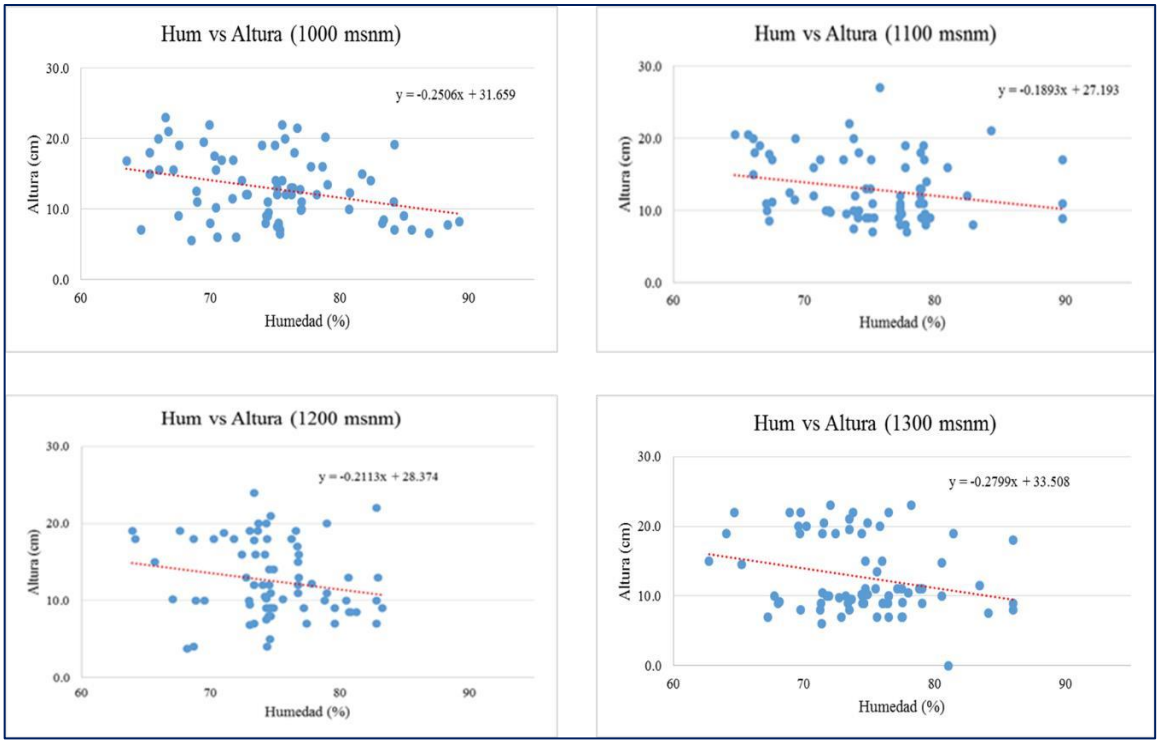
Propiedad	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
pH		< 4.5	4.5- 5.5	> 5.5	
MO (%)	< 1.0	< 2.0	2.5-3.5	> 4.0	>5.0
P (mg.kg-1)		<10	10-30	>30	
K (cmol.Kg-1)		<0.4	0.4-0.6	0.6-0.85	>0.85
Ca (cmol.Kg-1)		<1.5	1.5.3.0	>3.0	
Mg(cmol.kg-1)		<0.4	0.4-0.6	>0.6	
Al (cmol.kg-1)		<1.0			

Mg.k-1 es equivalente a ppm, cmol.kg-1 es equivalente a me/100g. Fuente: Sánchez, (2015)

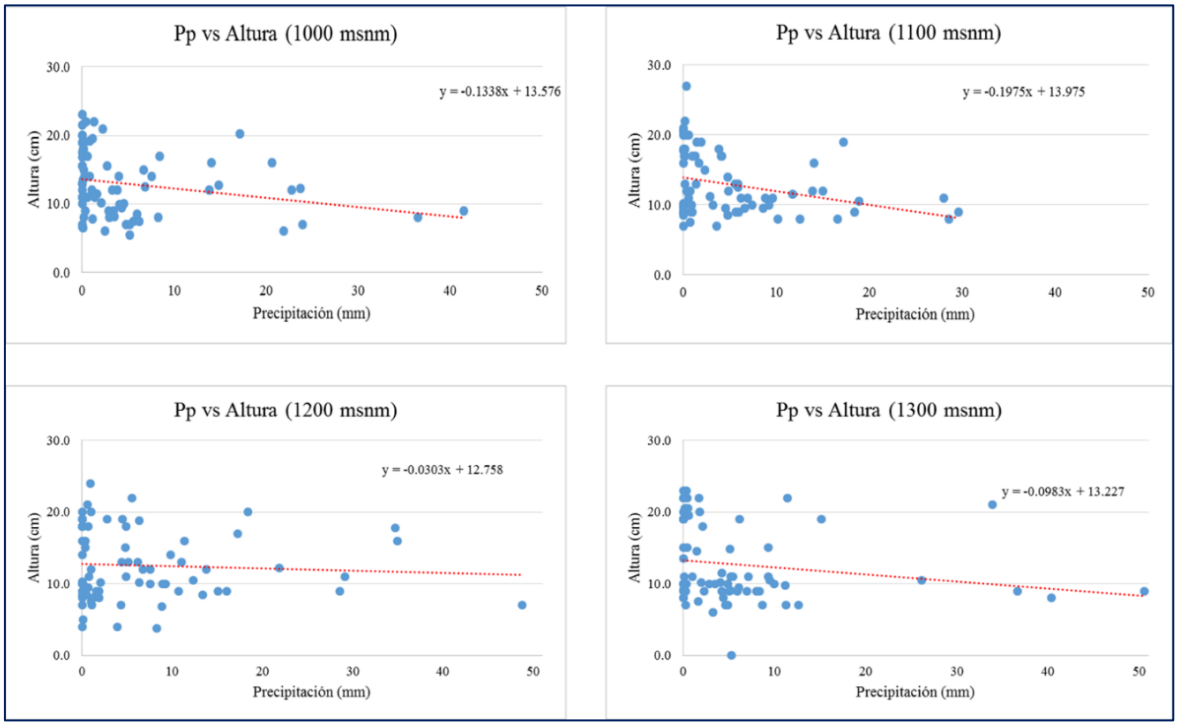
Anexo K. Correlaciones entre las variables



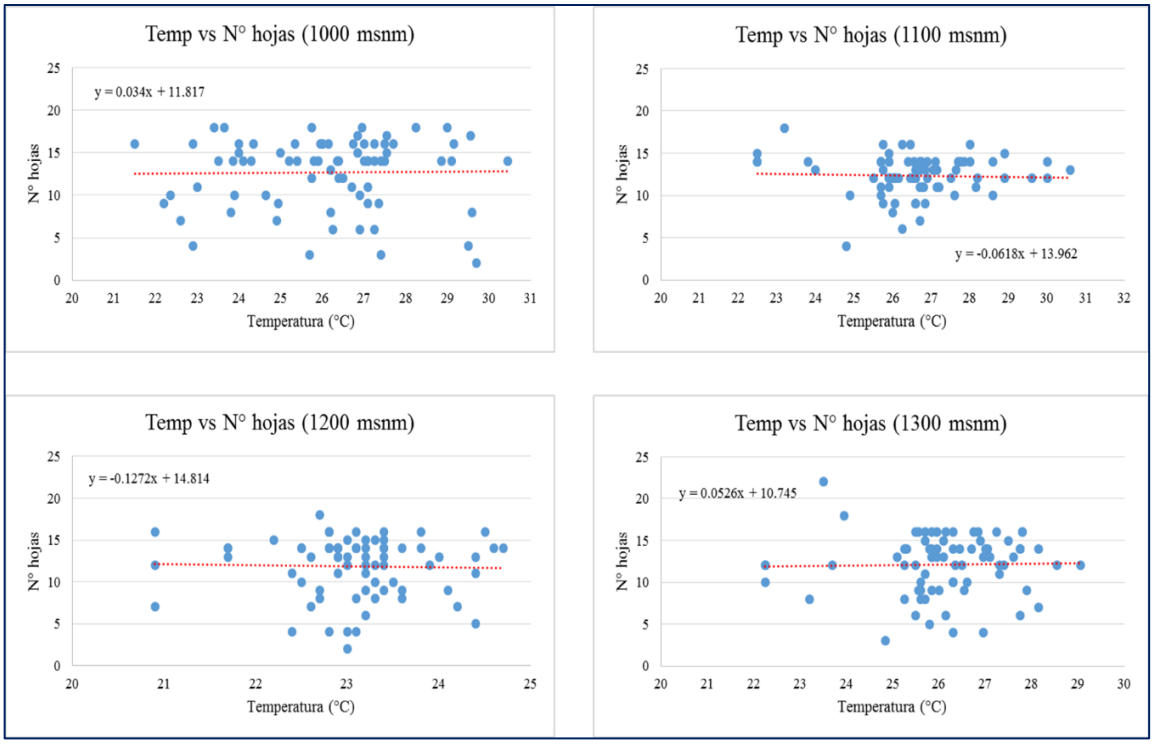
Relación entre la temperatura y altura por piso altitudinal



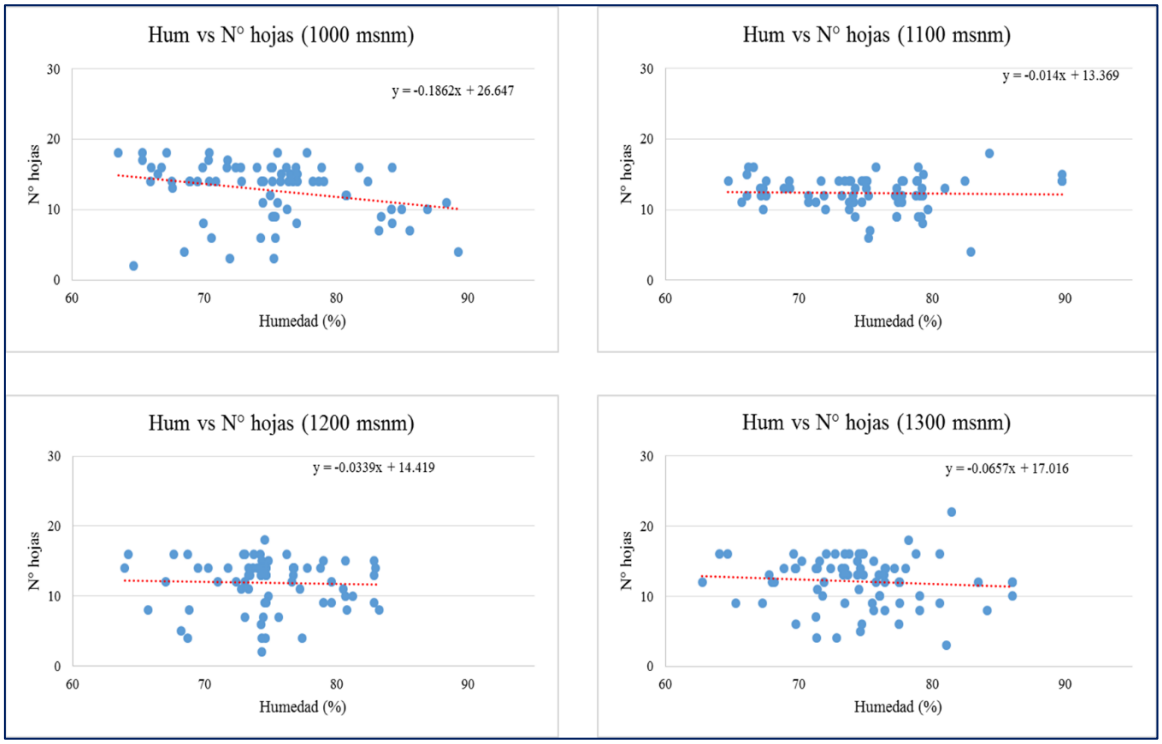
Relación entre la humedad relativa y altura por piso altitudinal



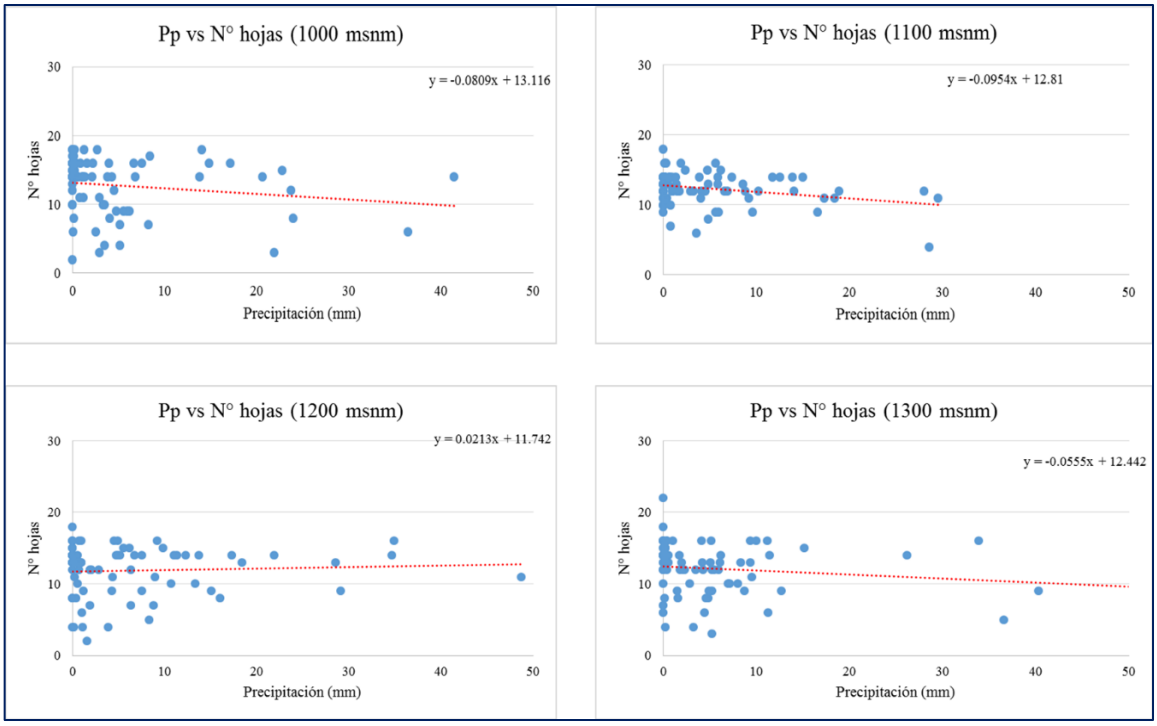
Relación entre la precipitación y altura por piso altitudinal



Relación entre la temperatura y número de hojas por piso altitudinal

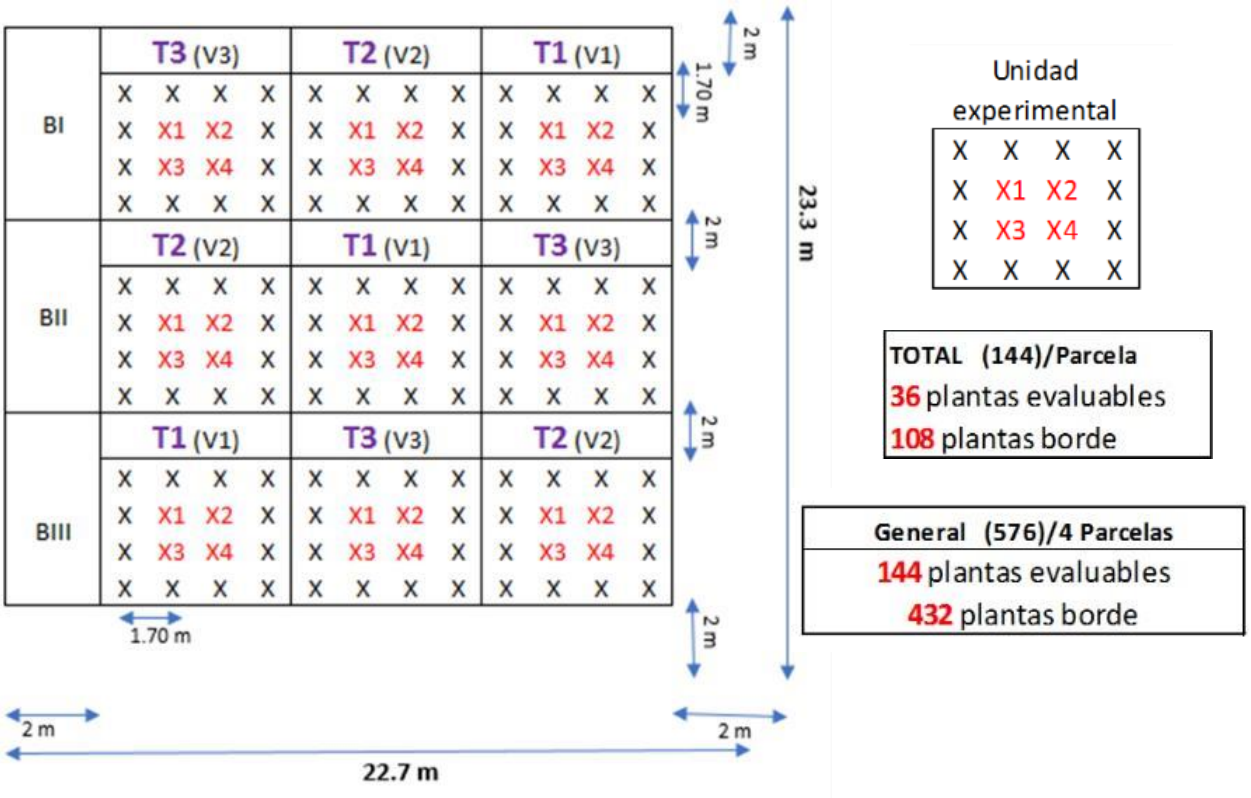


Relación entre la humedad relativa y número de hojas por piso altitudinal



Relación entre la precipitación y número de hojas por piso altitudinal

Anexo L. Diseño de parcelas.



Anexo M. Diseño estadístico

El diseño de bloques completamente al azar (DBCA) considerará el efecto de un factor (efecto ecofisiológico de los cuatro pisos altitudinales) por bloques, cada bloque constituido por las tres variedades de "Café" y tres tratamientos, con un total de 12 tratamientos distribuidos en tres bloques correspondientes a cada piso altitudinal (1000, 1100; 1200 y 1300 m.s.n.m.). Arreglo factorial de 4 pisos altitudinales (A) x 3 variedades de "Café" (B).

Tratamientos	A (Pisos)	B (Variedades)
T1	P - 1000	V1-Caturra
T2	P - 1000	V2-Pache
T3	P - 1000	V3-Catimor
T4	P - 1100	V1-Caturra
T5	P - 1100	V2-Pache
T6	P - 1100	V3-Catimor
T7	P - 1200	V1-Caturra
T8	P - 1200	V2-Pache
T9	P - 1200	V3-Catimor
T10	P - 1300	V1-Caturra
T11	P - 1300	V2-Pache
T12	P - 1300	V3-Catimor

Pisos	Repeticiones		
	V1-Caturra	V2-Pache	V3-Catimor
PI	T1	T2	T3
PII	T4	T5	T6
PIII	T7	T8	T9
PIV	T10	T11	T12